

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRENO MENEZES DE CAMPOS

PRODUÇÃO ANIMAL AGROECOLÓGICA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

CURITIBA

2019

BRENO MENEZES DE CAMPOS

PRODUÇÃO ANIMAL AGROECOLÓGICA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração de Produção Vegetal em Sistemas Integrados, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho

Co-orientador: Prof. Dr. Aníbal de Moraes

CURITIBA

2019

Campos, Breno Menezes de

Produção animal agroecológica em sistemas integrados de produção agropecuária / Breno Menezes de Campos. - Curitiba, 2019.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - (Produção Vegetal).

Orientador: Paulo César De Faccio Carvalho

Coorientador: Aníbal De Moraes

1. Produção agropecuária. 2. Produção animal. 3. Sistemas integrados. I. Carvalho, Paulo César De Faccio. II. Moraes, Aníbal De. III. Título. IV. Universidade Federal do Paraná.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL) - 40001016031P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **BRENO MENEZES DE CAMPOS** intitulada: **PRODUÇÃO ANIMAL AGROECOLÓGICA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**, sob orientação do Prof. Dr. PAULO CÉSAR DE FACCIÓ CARVALHO, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 15 de Outubro de 2019.

PAULO CÉSAR DE FACCIÓ CARVALHO

Presidente da Banca Examinadora

TANGRIANI SIMIONI-ASSMANN

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

ANIBAL DE MORAES

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

SEBASTIÃO BRASIL CAMPOS LUSTOSA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele nada seria possível.

Agradeço a Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, nossa mãe e guia em todos os momentos.

Aos meus pais, José Tarcio e Joana de Lourdes, que sempre estiveram ao meu lado garantindo uma boa educação e apoio para que tudo fosse possível.

Meus irmãos, José Tarcio e Janaina Campos, pela motivação e pelo carinho em todos esses anos.

À minha noiva, Roberta Klüppel, pelo carinho e apoio em todos os momentos.

À Universidade Federal do Paraná, onde me formei e tive oportunidade da realização do mestrado e doutorado.

Ao Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho, pela oportunidade, amizade e orientação.

Ao Prof. Dr. Anibal de Moraes, pela amizade, co-orientação e confiança depositada.

Ao amigo Thales Baggio Portugal que, além da amizade, esteve junto em todas as etapas e condução dos experimentos.

Aos membros da banca, Dr. Sebastião Lustosa e Dra. Tangriani Assmann.

Aos amigos da pós-graduação da UFPR, Leonardo, Deiss, Rúbia, Daniela, Renata, Gustavo, Silvano e Rafael Bonatto.

Agradeço ao NITA, local onde executei os experimentos e que de certa forma criei um vínculo e um amor grande.

Agradeço também a todos os estagiários envolvidos nos experimentos, pois sem ajuda deles nada teria sido realizado.

A Capes pela concessão da bolsa.

*“Lembre-se da minha ordem: Seja forte e corajoso!
Não fique desanimado nem tenha medo, porque eu, o
Senhor, seu Deus, estarei com você em qualquer
lugar para onde você for.”*

Josué 1:9

RESUMO

A presença do componente arbóreo em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária influencia a qualidade e a quantidade de luz, causando alterações morfológicas na estrutura do pasto. Essas alterações causam diminuição na produção de forragem (produção primária) e, consequentemente, diminuição da capacidade de suporte e produção de bovinos a pasto (produção secundária). Além disso, a estrutura do pasto modifica o comportamento ingestivo dos bovinos devido à alteração na quantidade de massa de forragem disponível no ato do bocado. Alterações no comportamento ingestivo também podem ocorrer nas distribuições das atividades alimentares durante o dia devido à presença do sombreamento. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção primária de pasto, as características do pasto, a oferta de forragem, a produção animal (produção secundária) e as alterações diárias no comportamento ingestivo de bovinos de corte em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária. O trabalho foi realizado no Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA-UFPR), em área de preservação ambiental. O delineamento experimental foi o de blocos completamente casualizados com três repetições e os tratamentos avaliados foram o Pecuária (PEC), Lavoura-Pecuária (LP), Pecuária-Floresta (PF) e o Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF). Os tratamentos com o componente arbóreo são caracterizados pela presença de árvores de *Eucalyptus benthamii* espaçados 14 metros entre linhas de árvores e dois metros entre árvores. Foram utilizados três animais testes por tratamento em pastos de Aveia Preta (*Avena strigosa*) e capim Áries (*Megathyrsus maximus* cv. Áries). O método de pastoreio utilizado foi o contínuo com lotação variável (put-and-take) sendo a altura do pasto o critério para aumento ou diminuição da densidade de lotação animal. A produção de pasto foi avaliada pela massa de forragem, taxa de acúmulo, oferta de pasto e produção total de pasto. Para a determinação da produção secundária foram avaliados o ganho de peso diário, a carga animal, o ganho de peso vivo por dia, o ganho total por área e o consumo de matéria seca por animal. Esses resultados são apresentados e discutidos no artigo I. O artigo II objetivou avaliar parâmetros do comportamento de ingestão de forragem dos animais, como o número de refeições, tempo de pastejo, tempo de ócio e tempo de ruminação por animal para compreender a dinâmica de distribuição destas atividades em tratamentos com e sem a presença do componente arbóreo. A presença do componente arbóreo afetou a produção primária de pasto. As diferenças em produção primária de pasto e a presença do componente arbóreo não refletiram em maior ganho médio diário e ganho por área em produção animal. Com relação ao comportamento ingestivo, a presença das árvores aumentou as atividades relativas ao consumo de pasto. O tempo de pastejo foi maior nos tratamentos com sombra ocasionando menor número de refeições, porém mais prolongadas.

Palavras-chave: Área de preservação ambiental, ganho médio diário, ganho por hectare, produção de forragem, comportamento ingestivo

ABSTRACT

The presence of the tree component in Integrated Crop-Livestock Systems influences the quality and quantity of light, causing morphological changes in the structure of the pasture. These changes cause a decrease in forage production (primary production) and, consequently, a decrease in the stock rate and animal production (secondary production). In addition, the structure of the pasture modifies the ingestive behavior of the cattle due to the change in the amount of forage mass available at the time of biting. Changes in ingestive behavior may also occur in the distributions of eating activities due to the presence of shading. The objective of this work was to evaluate primary pasture production, pasture characteristics, forage supply, secondary production and daily changes in the ingestive behavior of beef cattle in Integrated Agricultural Production Systems. The Work was carried out at the Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA-UFPR), in an environmental protection area. The experimental design was completely randomized blocks with three replications and the treatments evaluated were Livestock, Crop-Livestock, Livestock-Forest and Crop-Livestock-Forest. Treatments with the tree component are characterized by the presence of *Eucaliptus benthamii* trees spaced 14 meters between tree lines and two meters between trees. Three test animals were used for treatment in pastures of Black Oat (*Avena strigosa*) and Aries (*Megathyrsus maximus* cv. Aries) pastures. The method of grazing used was the continuous with variable stocking (put-and-take) being the height of the pasture the criterion for increase or decrease of stocking density. Pasture yield was evaluated by forage mass, accumulation rate, forage allowance and total pasture yield. For the determination of secondary production, were evaluated the daily weight gain, animal load, daily live weight gain, total area gain and dry matter intake per animal were evaluated. These results are presented and discussed in article I. Article II aimed to evaluate parameters of animal forage intake behavior, such as number of meals, grazing time, idle time and rumination time per animal to understand the distribution dynamics of these activities in treatments with and without shade. The presence of the tree component affected primary pasture production. Differences in primary pasture production and the presence of the tree component did not reflect higher average daily gain and gain per area in animal production. Regarding ingestive behavior, the presence of trees increased activities related to pasture consumption. Grazing time was longer in shade treatments, causing fewer but longer meals.

Keywords: Environmental preservation area, average daily gain, gain per hectare, forage production, ingestive behavior

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo conceitual do trabalho. Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA); Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA); Tratamento Pecuária (PEC); Tratamento Lavoura-Pecuária (LP); Tratamento Pecuária-Floresta (PF) e Tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF).	16
Figura 2 - Ilustração da utilização dos tratamentos Pecuária, Pecuária-Floresta, Lavoura-Pecuária e Lavoura-Pecuária-Floresta nos dois ciclos de pastejo avaliados.	27
Figura 3 - Vista aérea da área experimental do Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (Fonte: Google Earth). As áreas marcadas são os tratamentos que foram avaliados totalizando 12 piquetes divididos em três blocos sendo PEC o tratamento Pecuária, PF o tratamento Pecuária-Floresta, LP o tratamento Lavoura-Pecuária e LPF o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta. Em azul está representado o bloco 01, em amarelo o bloco 02 e em vermelho o bloco 03.	27
Figura 4 - Ilustração da disposição das gaiolas de exclusão nos tratamentos com a presença do componente arbóreo.	29
Figura 5 - Frequência de ocorrência das plantas nos períodos avaliados aferidos na medição de alturas do pasto (150 pontos) e classificação das espécies onde ▲(Aveia), ■ (Áries) e ● (Outras espécies).	40
Figura 6 - Ganho médio diário (barras) e consumo de matéria seca (pontos) por ciclo de avaliação.	44
Figura 7 - Vista aérea da área experimental do Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (Fonte: Google Earth). As áreas marcadas são os tratamentos que foram avaliados totalizando 12 piquetes divididos em três blocos sendo PEC o tratamento Pecuária, PF o tratamento Pecuária-Floresta, LP o tratamento Lavoura-Pecuária e LPF o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta. Em azul está representado o bloco 01, em amarelo o bloco 02 e em vermelho o bloco 03.	58
Figura 8 - Ilustração da disposição das gaiolas de exclusão nos tratamentos com a presença do componente arbóreo.	60

Figura 9 - Variação média do tempo despendido em cada atividade de comportamento ingestivo nas horas avaliadas nos sistemas a pleno Sol (▲) e com sombra (■). 69

Figura 10 - Porcentagens das atividades de Tempo de pastejo, Tempo de ruminação e Tempo de ócio nas 12 horas de avaliação. 70

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MÉDIA DA ALTURA DO PASTO, MASSA DE FORRAGEM, TAXA DE ACÚMULO, OFERTA DE FORRAGEM E PRODUÇÃO TOTAL DE PASTO NOS DOIS CICLOS DE PASTEJO AVALIADOS	35
TABELA 2 – MÉDIA DA CARGA ANIMAL, GANHO MÉDIO DIÁRIO, GANHO TOTAL, GANHO POR DIA E O CONSUMO DE MATÉRIA SECA NOS DOIS CICLOS DE PASTEJO AVALIADOS	36
TABELA 3 - ALTURA DO PASTO (AP), OFERTA DE PASTO (OP), MASSA DE FORRAGEM (MF), TEMPO DE PASTEJO (TP), TEMPO DE RUMINAÇÃO (TR) E TEMPO DE ÓCIO (TO) MÉDIO NAS CINCO AVALIAÇÕES DE COMPORTAMENTO DIURNO NOS TRATAMENTOS PECUÁRIA (PEC), LAVOURA-PECUÁRIA (LP), PECUÁRIA- FLORESTA (PF) E LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (LPF).....	64
TABELA 4 - NÚMERO DE REFEIÇÕES (NR), TEMPO MÉDIO DE REFEIÇÕES (TM), MAIOR REFEIÇÃO (MAR) E MENOR REFEIÇÃO (MER) NAS CINCO AVALIAÇÕES DE COMPORTAMENTO DIURNO NOS TRATAMENTOS PECUÁRIA (PEC), LAVOURA-PECUÁRIA (LP), PECUÁRIA-FLORESTA (PF) E LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (LPF).....	65

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
INTRODUÇÃO	14
REFERÊNCIAS.....	18
CAPÍTULO 1 - PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, CARACTERÍSTICAS DO PASTO E PRODUÇÃO DE FORRAGEM EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA.....	20
RESUMO.....	20
ABSTRACT	22
1.1. INTRODUÇÃO	23
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
2.1. COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA)	24
2.2. ÁREA DE ESTUDO.....	24
2.3. TRATAMENTOS E ARRANJO EXPERIMENTAL	25
2.4. AVALIAÇÕES DO PASTO E MÉTODO DE PASTOREIO	28
2.5. DESEMPENHO ANIMAL	30
2.6. ESTIMATIVA DE CONSUMO DE FORRAGEM.....	32
2.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
3. RESULTADOS	34
3.1. PRODUÇÃO PRIMÁRIA	34
3.2. PRODUÇÃO SECUNDÁRIA	36
4. DISCUSSÃO	37
5. CONCLUSÕES	45
6. REFERÊNCIAS.....	46
CAPÍTULO 2. COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS DE CORTE EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA	51
RESUMO.....	51

INGESTIVE BEHAVIOR OF BEEF CATTLE IN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS	53
ABSTRACT	53
1. INTRODUÇÃO	54
2. MATERIAIS E MÉTODOS	56
2.1. COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA).....	56
2.2. ÁREA DE ESTUDO.....	56
2.3. TRATAMENTOS E ARRANJO EXPERIMENTAL.....	56
2.4 PASTAGENS	59
2.5. AVALIAÇÕES DO PASTO E MÉTODO DE PASTOREIO	59
2.6. COMPONENTE ARBÓREO.....	61
2.7. COMPONENTE ANIMAL	61
2.8. AVALIAÇÃO DE COMPORTAMENTO INGESTIVO DIURNO	62
2.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	63
3. RESULTADOS	63
4. DISCUSSÃO	65
5. CONCLUSÕES	71
6. REFERÊNCIAS.....	72
CAPÍTULO 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
REFERÊNCIAS.....	78
ANEXO 1 - CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA).....	86
ANEXO 2 - FOTOS.....	87

INTRODUÇÃO

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA¹) são sistemas que apresentam maior eficiência nos recursos naturais (Wright et al., 2011) através do planejamento espaço-temporal visando explorar a sinergia das propriedades emergentes² (Moraes et al., 2012). Isso ocorre devido à relações e interações dos componentes solo-planta-animal-atmosfera do sistema em áreas que, segundo Balbinot (2009), alternam cultivo de pastagens destinadas a produção animal e plantas destinadas a produção de grãos. Os SIPA reduzem a especialização dos sistemas de produção agrícolas que prevalecem nos dias de hoje, na busca da chamada intensificação sustentável (FAO, 2010). Intensificação sustentável que aliada ao termo sustentabilidade é recorrente nos mais diversos meios de informações como mídias, rede sociais e discussões na sociedade. Com a tendência de duplicar a população mundial até 2050 (Tilman et al., 2002) juntamente com o aumento da demanda por alimentos, bioenergia e produtos florestais (Vilela et al., 2011), se tem a necessidade de planejar e implantar sistemas mais intensificados e eficientes. Somente por meio de uma produção agrícola eficiente poderemos suprir as necessidades mundiais de alimentos, energia e outros materiais.

Dessa forma, os sistemas integrados apresentam uma complexidade devido às inúmeras interações espaço-temporais que alteram as características físicas, químicas e biológicas do solo (Anghinoni, Moraes, & Souza, n.d.) causado em grande parte pela inserção do ruminante que, com o ato do pastejo, modifica os fluxos de nutrientes no sistema (Anghinoni et al., 2013). As interações entre os diferentes compartimentos solo-planta-animal-atmosfera e

¹ Carvalho et al. (2014), sugere a utilização do termo Integração Lavoura-Pecuária para literatura técnica e a terminologia SIPA para literatura científica, esta que será utilizada nesta tese.

² Propriedades emergentes são as propriedades do todo; não são redutíveis à soma dos efeitos isolados; não estão presentes no nível inferior de ordem; não podem ser explicadas e nem reduzidas aos elementos que interagiram para gerá-las (Ogum, 1983).

o sinergismo dos sistemas produtivos quando integrados geram as propriedades emergentes.

Em sistemas integrados é recente a introdução do componente arbóreo (Macedo et al., 2010) como forma de aumentar a diversidade dos sistemas. Com aumento da diversidade também ocorre o aumento das interações, positivas e negativas, entre os componentes. A mensuração das interações é importante para direcionar o planejamento dos sistemas, rotações e arranjos dos sistemas de produção.

A utilização de árvores no sistema - sistema silvipastoril, apresenta benefícios econômicos e ambientais, com a possibilidade de intensificar a produção por meio da melhoria das condições ambientais, sequestro de carbono, mitigação do metano entérico dos animais, diversificação da renda, controle de erosão e conforto térmico aos animais. Todavia, os sistemas silvipastoris geram heterogeneidade nas condições microclimáticas quando comparados aos sistemas tradicionais de produção animal a pleno Sol, gerando alterações na luminosidade que influencia a produtividade e qualidade do pasto. O sombreamento de culturas forrageiras afeta o potencial de produção do pasto devido a adaptações morfológicas, fisiológicas e estruturais das plantas como resposta a diminuição da luminosidade (Kephart et al., 1992; Kephart e Buxton, 1993; Lin et al., 2001).

Formulou-se a hipótese de que a presença do componente arbóreo em SIPA promove alterações na estrutura do pasto ocasionado na busca pela luz. As adaptações morfológicas da forrageira irão provocar mudanças na produção primária de pasto e na produção secundária (produção animal). A produção secundária é afetada devido a alterações no comportamento diário dos bovinos na busca e preensão de alimento, modificando a distribuição das atividades alimentares, o desempenho animal, o consumo de forragem, o ganho por área e a produção total de pasto como apresentado no modelo conceitual da figura 1.

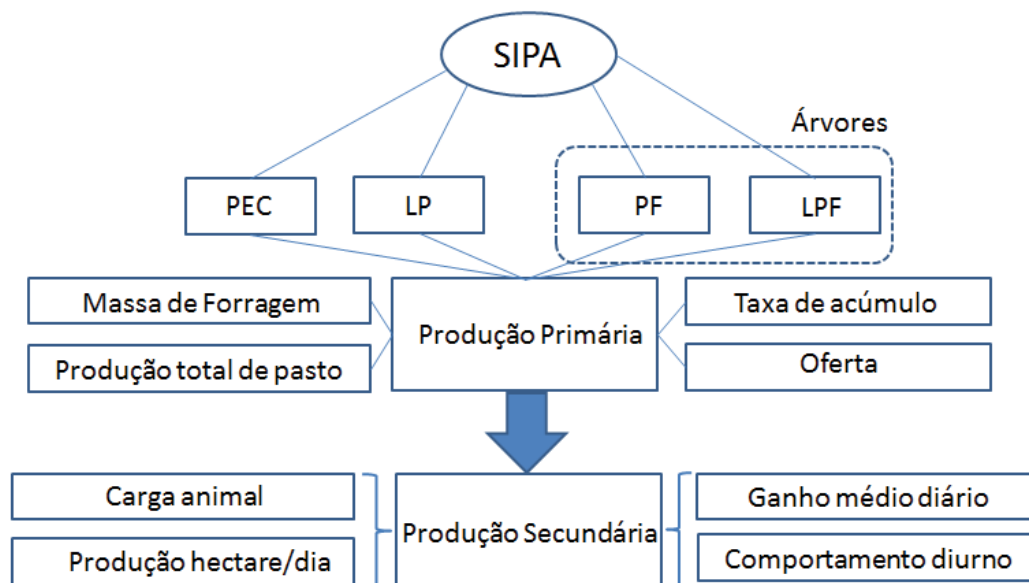


Figura 1 - Modelo conceitual do trabalho. Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA); Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA); Tratamento Pecuária (PEC); Tratamento Lavoura-Pecuária (LP); Tratamento Pecuária-Floresta (PF) e Tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção primária de pasto, a produção secundária e as alterações diárias no comportamento ingestivo de bovinos de corte em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária. Para avaliação da produção primária foram analisadas a produção total de pasto (kg MS ha^{-1}), a massa de forragem (kg MS ha^{-1}), a oferta de forragem ($\text{Kg de MS} / 100 \text{ Kg de PV}$) e a taxa de acúmulo (kg MS dia^{-1}). Para produção secundária foram avaliadas as variáveis de ganho médio diário (kg dia^{-1}), a carga animal ($\text{kg de PV} / \text{ha}^{-1}$), o ganho total ($\text{kg de PV} / \text{ha}^{-1}$), o ganho por dia ($\text{kg de PV} / \text{ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e o consumo de matéria seca (% de PV) a pasto mediante a utilização de marcador externo de dióxido de titânio (TiO_2). Os resultados dessas avaliações são discutidos no artigo I. O artigo II o objetivo foi avaliar o comportamento de ingestivo dos animais em SIPA. As variáveis analisadas foram o tempo de pastejo (min), tempo de ruminação (min), tempo em ócio (min), número de refeições e tempo de refeições (min).

A tese esta dividida em três capítulos, sendo os dois primeiros capítulos escritos em formato de artigos científicos e no capítulo III faz-se as considerações finais do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e Pecuária no subtropical brasileiro. In: ARAUJO, A. P.; AVELAR, B. J. R., ed. Tópicos em Ciência do Solo. 8. ed. Viçosa: UFV, 2013. cap. 8, p. 221-278.
- ANGHINONI, I., MORAES, A. De, & SOUZA, E. D. De. (n.d.). Benefícios da Integração lavoura-pecuária sobre a, 1-31.
- BALBINOT, A.A., de MORAES, A., da VEIGA, M., PELISSARI, A., DIECKOW, J., 2009. Crop-livestock system: intensified use of agricultural lands. Cienc. Rural 39, 1925–1933.
- CARVALHO, P.C., de, F., de MORAES, A., PONTES, Lda S., ANGHINONI, I., Sulc, R.M., BATELLO, C., 2014. Definições e terminologias para sistema integrado de produção Agropecuária. Revista Ciência Agronômica 45 (5), 1040–1046
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation). Sete Lagoas consensus on integrated crop–livestock systems for sustainable development., in: Proceeding of An International Consultation on Integrated Crop–Livestock Systems for Development. The Way Forward for Sustainable Production Intensification. Sete Lagoras, p.63, 2010.
- KEPHART, K.D., BUXTON, D.R., TAYLOR, S.E. 1992. Growth of C3 and C4 perennial grasses in reduced irradiance. Crop Science. 32: 1033-1038.
- LIN, C.H., MCGRAW, R.L., GEORGE, M.F., et al. 1999. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. Agroforestry Systems. 44: 109-119.
- MACEDO, R.L.G.; VALE, A.B.; VENTURIN, N. Eucalipto em sistemas agroflorestais. Lavras: UFLA, 2010. 331p.
- MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S.C.; COSTA, S.E.V.G.A. & KUNRATH, T.R. Crop-livestock integration in Brazilian subtropics II. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. CD ROM
- TILMAN, D., CASSMAN, K.G., MATSON, P.A., NAYLOR, R., POLASKY, S., (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature 418, 671–677
- VILELA, L.; JUNIOR, G.B.M.; MACEDO, M.C.M.; MARCHÃO, R.L.; JÚNIOR, R.G.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G.A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. Pesquisa agropecuária Brasileira, v.46, p.1127-1138, 2011.

WRIGHT, I. A. et al. Integrating crops and livestock in subtropical agricultural systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 92, p. 1010-1015, 2012.

CAPÍTULO 1 - PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, CARACTERÍSTICAS DO PASTO E PRODUÇÃO DE FORRAGEM EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Breno M. Campos¹, Leonardo Deiss¹, Thales B. Portugal¹, Anibal de Moraes¹, Paulo César de Faccio Carvalho²

¹ Universidade Federal do Paraná - UFPR, Setor de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Rua dos Funcionários, 1500, Curitiba, Pr. Brasil. ² Grupo de Ecologia do Pastejo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, Brasil.

RESUMO – O objetivo desse trabalho foi o de avaliar e comparar se presença do componente arbóreo pode vir a alterar as produções primária e secundária em diferentes arranjos de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA). O trabalho foi realizado no Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA-UFPR), em área de preservação ambiental. O delineamento experimental foi o de blocos completamente casualizados com três repetições. Os tratamentos avaliados foram o Pecuária (PEC), Lavoura-Pecuária (LP), Pecuária-Floresta (PF) e o Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF). Os tratamentos com o componente arbóreo são caracterizados pela presença de árvores de *Eucalyptus benthamii* espaçados 14 metros entre linhas de árvores e dois metros entre árvores. Foram utilizados três animais testes da raça Aberdeen Angus e Charolês por tratamento em pastos de Aveia Preta (*Avena strigosa*) e Capim Áries (*Megathyrsus maximus* cv. Áries). O método de pastoreio utilizado foi o contínuo com lotação variável (put-and-take), sendo a altura do pasto o critério para aumento ou diminuição da quantidade de animais. Para o cálculo de taxa de acúmulo e oferta de forragem, foram utilizadas três gaiolas de exclusão por tratamento. As avaliações de produção de pasto e produção animal eram realizadas a cada 28 dias. O consumo de matéria seca foi estimado através da utilização de marcador externo de dióxido de titânio (TiO₂). Foram realizados 6 ciclos de avaliações sendo 7 dias de dosagens (duas vezes ao dia) e 5 dias de coleta de fezes. A produção primária apresentou diferença significativa para as variáveis massa de forragem e taxa de acúmulo ($p < 0,05$) onde os tratamentos a pleno Sol apresentaram melhor desempenho. Todavia, a maior produção de primária dos tratamentos a pleno

Sol não refletiram em diferença significativa para as variáveis de ganho médio diário (kg dia^{-1}), ganho total (kg de PV ha^{-1}), ganho médio por dia ($\text{kg de PV ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$) e consumo de matéria seca ($p > 0,05$). A carga animal apresentou diferença significativa ($p < 0,05$). A presença do componente arbóreo diminuiu a produção primária de pasto. As diferenças em produção primária de pasto e a presença do componente arbóreo não refletiram em maior ganho médio diário (kg dia^{-1}) e ganho por área (kg de PV ha^{-1}).

Palavras-chave: Área de preservação ambiental, ganho médio diário, ganho por hectare, produção de forragem,

ANIMAL PRODUCTION, FORAGE FEATURES AND FORAGE PRODUCTION IN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS

ABSTRACT - The presence of the tree component can change primary and secondary production in different arrangements of Integrated Crop-Livestock Systems (ICLS). The objective of this work was to evaluate and compare the primary and secondary productions of the different production systems. The Work was carried out at the Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA - UFPR), in an environmental protection area. The experimental design was completely randomized blocks with three replications. The treatments evaluated were Livestock, Crop-Livestock, Livestock-Forest and Crop-Livestock-Forest. Treatments with the tree component are characterized by the presence of *Eucaliptus benthamii* trees spaced 14 meters between tree lines and two meters between trees. Three test animals (Aberdeen Angus and Charolais) were used for treatment in Black Oat (*Avena strigosa*) and Aries (*Megathyrus maximus* cv. Aries) pastures. The method of grazing used was the continuous with variable stocking (put-and-take) being the height of the pasture the criterion for increase or decrease of stocking density. To calculate accumulation rate and forage allowance, three exclusion cages per treatment were used. Pasture and animal production evaluations were performed every 28 days. Dry matter intake was estimated using an external marker titanium dioxide (TiO₂). Six evaluation cycles were performed, 7 days of dosing (twice a day) and 5 days of feces collection. The primary production presented significant difference for the variables forage mass and accumulation rate ($p < 0.05$) where the treatments without shade presented better performance. However, the higher primary production of treatments without did not reflect a significant difference for the average daily gain (kg day^{-1}), total gain (kg LW ha^{-1}), average daily gain ($\text{kg LW ha}^{-1}\text{day}^{-1}$) and dry matter intake ($p > 0.05$). The stock rate showed a significant difference ($p < 0.05$). The presence of the tree component decreased primary pasture production. Differences in primary pasture yield and presence of tree component did not reflect higher average daily gain (kg day^{-1}) and area gain (kg LW ha^{-1}).

Key words: Environmental protection area, average daily gain, gain per hectare, forage production

1.1. INTRODUÇÃO

A adoção dos sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) pode incrementar eficiência no uso da terra, contribuir para menor emissão de gases do efeito estufa, reduzir a utilização de insumos e melhor proteger o solo e a água, convergindo para sistemas mais sustentáveis e resilientes (Carvalho et al., 2013). A multifuncionalidade destes sistemas pode proporcionar maior rentabilidade devido à diversidade produtiva e as propriedades emergentes, oriundas do sinergismo entre os componentes do SIPA (Moraes et al., 2012).

Na busca dessa maior complexidade e heterogeneidade dos sistemas, a utilização da pastagem se torna uma ferramenta essencial e, o ruminante, o catalisador de fluxo de nutrientes através do processo de pastejo. Além do animal em pastejo, o componente arbóreo também ganha interesse devido a capacidade de melhorar o ambiente de produção animal (bem – estar), mitigar gases do efeito estufa e influenciar positivamente nos atributos químicos e físicos do solo. As peculiaridades relativas aos sistemas com árvores necessitam ser entendidas para possibilitar a maximização de suas interações positivas e minimização das interações negativas, uma vez que esses sistemas apresentam grande potencial de benefícios econômicos e ambientais para os produtores e sociedade. Todavia, sistemas integrados com árvores são complexos e alteram diversos fatores de produção primária e secundária. A relação causa-efeito desses sistemas altera a morfologia dos componentes vegetais (árvores e pasto) que, por conseguinte, podem vir a alterar o desempenho animal, apresentando diferenças na produção primária e na produção secundária.

Em sistemas silvipastoris a presença da sombra pode reduzir a produção de forragem devido a menor densidade de perfilhos e menor relação folha:colmo devido a estratégias de adaptação morfológica da planta forrageira na busca pela luz (Costa et al., 2004; Barro et al., 2008; Baldissera et al., 2016; Lopes et al., 2016; Pontes et al., 2018).

Como o rendimento do pasto no sistema está associado à oferta do pasto para os animais em pastejo, a influência do sombreamento pode vir a

alterar a capacidade de suporte do sistema. Uma vez que a estrutura do pasto é considerada causa-consequência do processo de pastejo (Carvalho et al., 2009), alterações na estrutura do dossel e na oferta de pasto devido a presença do componente arbóreo afetam a produção primária e, por conseguinte, a produção secundária devido a alteração no consumo de forragem.

Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar a produtividade primária de pasto, as características do pasto, a produtividade secundária e o consumo de matéria seca pelos bovinos em quatro diferentes sistemas de produção. Os resultados fornecem dados sobre a produtividade de pasto e desempenho animal em sistemas com e sem árvores e rotação de culturas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA)

O trabalho está aprovado pela Comissão de Ética no uso de animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná sob protocolo de número 069/2016, referente ao projeto “Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA): Sistemas integrados de produção vegetal e animal na promoção da sustentabilidade de agroecossistemas”.

2.2. ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado no Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA), na Estação Experimental do Cangüiri pertencente à Universidade Federal do Paraná (UFPR), localizada no município de Pinhais-PR, com as coordenadas geográficas aproximadas de 25°23'30”S de latitude e 49°07'30” W de longitude.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfb, caracterizado por apresentar precipitação média anual de 1400 mm, temperatura mínima média de 12,5°C e temperatura máxima média de 22,5°C. A região esta sujeita a geadas frequentes e severas (IAPAR, 2013). Os tipos de solo predominante são: Cambissolos, Latossolos e suas associações, além de Organossolos e Gleissolos.

2.3. TRATAMENTOS E ARRANJO EXPERIMENTAL

O período experimental foi de julho de 2016 a março de 2018 e foi dividido em dois ciclos de pastejo. O primeiro ciclo de pastejo foi iniciado em 15/07/2016 e foi encerrado no dia 24/03/2017, totalizando 280 dias de pastejo. O segundo ciclo de pastejo foi iniciado em 23/06/2017 e encerrado no dia 02/03/2018, totalizando 308 dias de pastejo. O delineamento experimental foi o de blocos completamente casualizados com três repetições. Os tratamentos utilizados foram: Pecuária (PEC), Pecuária-Floresta (PF), Lavoura-Pecuária (LP) e o Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF). Os tratamentos são descritos como segue:

- Pecuária (PEC): O tratamento Pecuária caracteriza-se pela presença constante dos animais nas áreas determinadas como piquetes de pecuária. A saída dos animais ocorre em meados de março, com o final do ciclo de pastejo de verão e posterior semadura direta sem dessecação do pasto de inverno. No verão o pasto predominante é o Capim Aries (*Megathyrsus maximus* cv Aries) juntamente com algumas espécies forrageiras espontâneas (*Paspaluns* e *Urochloas*). No inverno o pasto de Aveia – Preta (*Avena strigosa*) é semeado e também ocorre a presença do Azevém (*Lolium multiflorum*) de ressemeadura natural.

- Pecuária – Floresta (PF): O tratamento Pecuária-Floresta possui a mesma dinâmica de utilização dos pastos do tratamento Pecuária. Além disso, possui a presença do componente arbóreo (*Eucalyptus benthamii*) caracterizando este tratamento como Pecuária-Floresta. As linhas de árvores

foram plantadas com espaçamento de dois metros entre plantas e 14 metros entre linhas, ocupando cerca de 14% da área. A altura média das árvores nos períodos da avaliação era de aproximadamente 13,65 metros. Para diminuir os processos erosivos e aumentar a conservação do solo e da água, as árvores foram plantadas em curvas de nível. Dessa forma facilita o trânsito das máquinas para os tratos culturais no tratamento ao mesmo tempo em que propicia a conservação do solo.

- Lavoura – Pecuária (LP): O tratamento Lavoura-Pecuária alterna fases de produção animal com fases de produção agrícola. Na produção animal a utilização dos pastos ocorre como nos tratamentos essencialmente pastoris. A fase pastoril nestes tratamentos possui a duração de três anos. No período que antecede o plantio da lavoura de milho (*Zea mays*) não ocorre o pastejo da Aveia-Preta (*Avena strigosa*) visando acúmulo de massa para cobertura e supressão de plantas espontâneas. A cultura de milho é semeada em plantio direto sobre a massa de pasto verde de Aveia-preta sem dessecação.

- Lavoura – Pecuária – Floresta (LPF): O tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta é o mais diversificado. Este tratamento segue a mesma dinâmica do tratamento Pecuária-Floresta na fase pastoril e do tratamento Lavoura-Pecuária na fase agrícola. Da mesma forma que o tratamento Lavoura-Pecuária, a fase pastoril possui duração de três anos, não ocorrendo o pastejo no ano que antecede a fase agrícola visando acúmulo de massa para cobertura e supressão das plantas espontâneas. A cultura do milho (*Zea mays*) é semeada sem dessecação sobre a massa de pasto de Aveia-Preta (*Avena strigosa*)

No primeiro ciclo de pastejo foi avaliada a produção animal e de pasto apenas nos tratamentos de Pecuária e Pecuária-Floresta. Nos tratamentos Lavoura-Pecuária e Lavoura-Pecuária-Floresta houve a semeadura da aveia preta (*Avena strigosa*) para ser utilizada como cultura de cobertura no inverno antecedente ao cultivo de milho (*Zea mays*) no verão. No segundo ciclo de

pastejo a produção animal e de pasto foi avaliada nos quatros tratamentos como apresentado na figura 2.

































	Tratamentos	Inverno 2016				Verão 2016/2017			
1º Ciclo de Pastejo	Pecuária	Plantio Aveia Preta		Pastejo		Pastejo		Pastejo	
	Pecuária-Floresta	Plantio Aveia Preta		Pastejo		Pastejo		Pastejo	
	Lavoura-Pecuária	Plantio Aveia Preta		Cobertura		Plantio Milho		Lavoura	
	Lavoura - Pecuária - Floresta	Plantio Aveia Preta		Cobertura		Plantio Milho		Lavoura	
	Tratamentos	Inverno 2017				Verão 2017/2018			
2º Ciclo de Pastejo	Pecuária	Plantio Aveia Preta		Pastejo		Pastejo		Pastejo	
	Pecuária-Floresta	Plantio Aveia Preta		Pastejo		Pastejo		Pastejo	
	Lavoura-Pecuária	Plantio Aveia Preta		Pastejo		Pastejo		Pastejo	
	Lavoura - Pecuária - Floresta	Plantio Aveia Preta		Pastejo		Pastejo		Pastejo	

Figura 2 - Ilustração da utilização dos tratamentos Pecuária, Pecuária-Floresta, Lavoura-Pecuária e Lavoura-Pecuária-Floresta nos dois ciclos de pastejo avaliados.

Cada tratamento tem em média 1,5 hectares de área e estão representados na Figura 3.

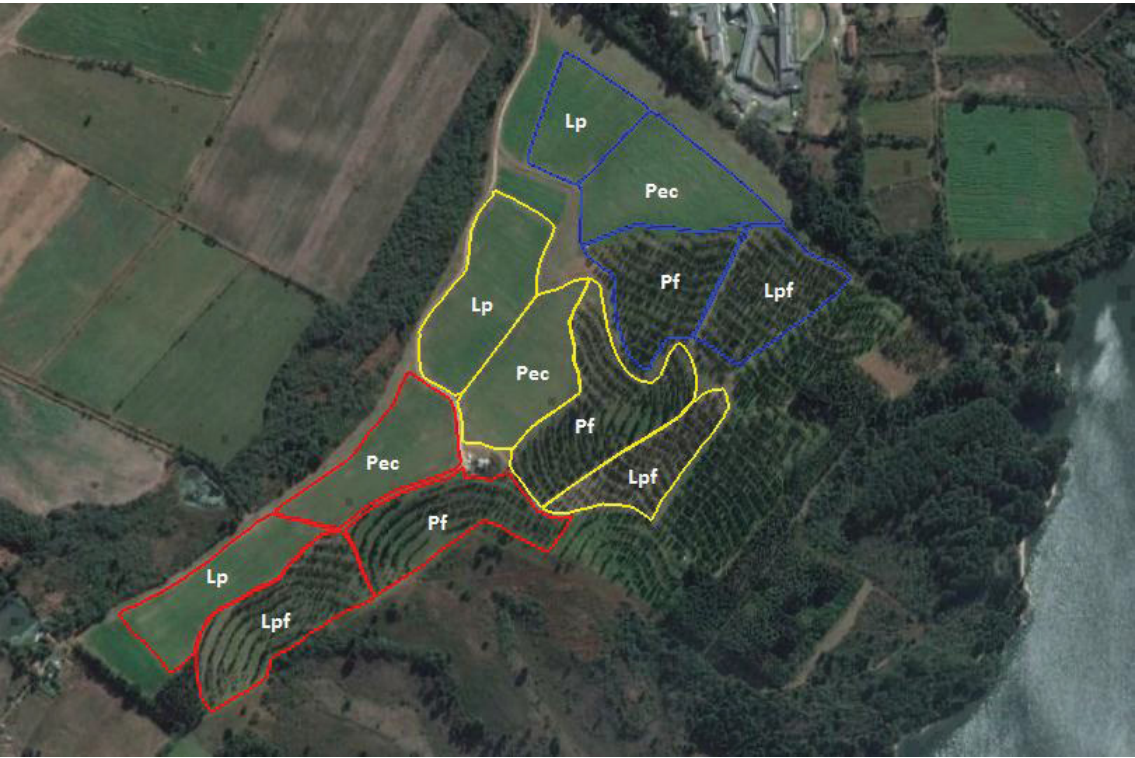


Figura 3 - Vista aérea da área experimental do Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (Fonte: Google Earth). As áreas marcadas são os tratamentos que foram avaliados totalizando 12 piquetes divididos em três blocos sendo PEC o tratamento Pecuária, PF o tratamento Pecuária-Floresta, LP o tratamento Lavoura-Pecuária e LPF o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta. Em azul está representado o bloco 01, em amarelo o bloco 02 e em vermelho o bloco 03.

O pasto de inverno (*Avena strigosa*) utilizado no primeiro ciclo foi semeado entre 03/05 e 09/05/2016 em semeadura direta sem dessecação, em fileiras espaçadas em 17 cm e usando 80 kg de sementes por hectare. O pasto de verão utilizado foi o Capim Áries (*Megathyrsus maximus* cv. Áries) que foi semeado no verão de 2013. Diferentemente do pasto de aveia preta, o pasto de capim Áries não é semeado todo ano. A alternância ocorre normalmente com o final do ciclo da aveia, aumento das temperaturas e chuvas que criam um ambiente favorável para o rebrote do pasto de verão. No dia 17/05/2016 foi realizada a adubação com K₂O (fosfato natural) na quantidade de 50 kg ha⁻¹. No dia 30/05/2016 foi realizada a adubação com ureia na quantidade de 300 kg/há⁻¹. Em 02/06/2016 foi realizada a adubação com cloreto de potássio na quantidade de 100 kg ha⁻¹. A aveia em 2017 foi semeada entre 11/05/2017 e 17/05/2017 usando-se 80 kg ha⁻¹ e espaçamento de 17 cm. Entre 19/05/2017 e 30/05/2017 foi realizada a adubação com ureia 200 kg ha⁻¹. No dia 02/08/2017 foi realizada outra adubação com ureia na quantidade de 180 kg ha⁻¹. Entre 17/10/2017 e 23/10/2017 foram realizadas adubações com ureia na quantidade de 300 kg ha⁻¹ e com cloreto de potássio na quantidade de 200 kg ha⁻¹.

2.4. AVALIAÇÕES DO PASTO E MÉTODO DE PASTOREIO

A altura do pasto foi aferida semanalmente através da utilização do bastão graduado (“sward stick” – Barthram, 1985). As medições foram feitas de forma aleatória, aferindo 150 pontos em cada piquete, evitando os pontos ao redor dos portões, cochos de água e sal. No momento da aferição das alturas também era feita a classificação das plantas conforme a espécie (Áries, Aveia e outras espécies). Dessa forma era estimada a frequência das espécies nos tratamentos. O critério para o manejo do pasto foi baseado na metodologia do pastoreio rotatínuo (Carvalho et al., 2001), na qual se determina altura de entrada e saída dos piquetes de forma a propiciar aos animais a máxima taxa de ingestão. Com esse método de pastoreio pressupõe que os animais tenham oferta de estruturas de pasto que maximizam a taxa de ingestão. Como no experimento realizado o método de pastoreio foi o contínuo com lotação

variável, segundo a técnica put-and-take descrita por Mott & Lucas (1952), foi então ajustado o manejo de forma que a meta da altura média do piquete fosse a média da altura de entrada e saída do pastoreio rotatínuo. Para a aveia preta (*Avena strigosa*) foi utilizado a meta de manejo entre 30 cm e 18 cm. Já para o Capim Áries (*Megathyrsus maximus*) utilizou-se a meta de manejo entre 40 e 20 cm.

Para estimativa de massa de forragem foram realizados três cortes de massa de pasto por tratamento, em áreas representativas do piquete. Os cortes eram feitos rente ao solo, com auxílio de um quadro metálico com área de 0,25m² (0,5 x 0,5 m). As amostras foram secas em estufa de circulação forçada a 65°C, pesadas e posteriormente realizadas o cálculo estimado de massa de forragem em kg por hectare. A taxa de acúmulo de forragem foi determinada pela técnica do triplo emparelhamento (Moraes et al., 1990). Utilizaram-se três gaiolas de exclusão por piquete, com dimensões de 70x70 cm, que foram avaliadas a cada 28 dias e realocadas em novos pontos pré-determinados no início da avaliação, os quais eram representativos da massa de forragem presente. Nos tratamentos com a presença do componente arbóreo as gaiolas de exclusão foram alocadas em três posições conforme a figura 4.

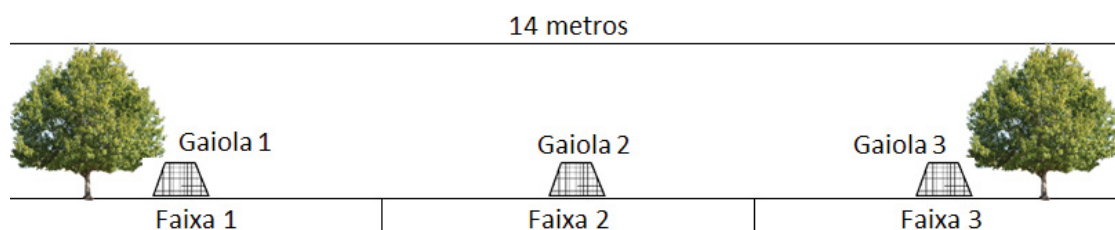


Figura 4 - Ilustração da disposição das gaiolas de exclusão nos tratamentos com a presença do componente arbóreo.

Foram pré-determinadas três faixas entre os renques de árvores onde as gaiolas foram alocadas. Para o cálculo da oferta de forragem foi utilizada a média dos valores obtidos nas três gaiolas de exclusão. A fórmula utilizada foi a proposta por Sollenberger et al.(2005), descrita abaixo.

$$OF = ((Mfi / n + TA) / CA) \times 100$$

Onde MF_i = massa de forragem inicial (kg de MS ha^{-1}); n = número de dias do período; TA = taxa de acúmulo diário (kg de MS $ha^{-1} dia^{-1}$); e CA = carga animal (kg de PV ha^{-1}).

A produção total de pasto (kg de MS ha^{-1}) foi calculada pela média de acúmulo de pasto por período (Taxa de acúmulo x nº de dias de pastejo) somado com a massa de forragem por hectare no início do ciclo de pastejo (Kunrath et al., 2014).

$$PTF = MF_{\text{inicial}} + (\overline{TA} \times d)$$

2.5. DESEMPENHO ANIMAL

Os animais utilizados como testes no experimento foram selecionados de acordo com o grupo racial, equivalência de peso e temperamento. No primeiro ciclo de pastejo o peso médio de entrada dos animais foi de $156 \pm 23,4$ kg e no segundo ciclo de pastejo foi de $148 \pm 11,3$ kg.

Os animais eram avaliados de forma visual e com auxílio de tabela pré-formatada eram avaliados os seguintes requisitos:

- **Peso** – Foram priorizados como testes animais com peso médios semelhantes.
- **Temperamento** – Os animais foram avaliados através da utilização de tabela classificatória de temperamento. Essa tabela foi pré-formatada com escore variando de 1 a 4 sendo: 1 - animal muito dócil; 2 - animal dócil; 3 - animal intermediário; 4 - animal “*arisco*”. Para os animais classificados como testes, foram selecionados os escores 1 e 2.
- **Padrão racial** – Buscou-se no momento da escolha dos testes, além dos requisitos já mencionados, padrão racial bem característico das raças Aberdeen Angus e Charolês no primeiro ciclo de pastejo e raça Aberdeen Angus para o segundo ciclo de pastejo.

Após a seleção dos animais testes, eles eram identificados por brincos numéricos e também com a identificação do tratamento. No primeiro ciclo de pastejo foram selecionados 18 animais testes. Em cada tratamento foram mantidos dois animais testes da raça Charolesa e um da raça Aberdeen Angus (*Bos taurus*). No segundo ciclo de pastejo foram utilizados 36 animais da raça Aberdeen Angus (três animais testes por tratamento). Para avaliação de ganho médio diário (GMD, em kg de PV dia⁻¹) dos animais foram realizadas pesagens a cada 28 dias, com jejum prévio de 12 horas, e pesagem em balança Beckhauser (WBECK BK+1). A partir da pesagem dos animais testes era subtraída a pesagem posterior (P_n) da pesagem anterior (P_{n-1}). O valor obtido era dividido pelo número de dias entre pesagens (n):

$$\text{GMD} = (P_n - P_{n-1}) / n$$

A carga animal (CA, kg de PV há⁻¹) foi calculada em cada ciclo de 28 dias somando o peso vivo dos animais testes (PxV_t) e reguladores (PV_r), multiplicado por um hectare, dividido pela área do piquete. O resultado foi dividido pelo número de dias do período avaliado (28 dias).

$$\text{CA} = [(PV_t + PV_r) \times 10.000\text{m}^2 / \text{Área do piquete}] / 28 \text{ dias}$$

Para o cálculo de taxa de lotação (TL, número de animais ha⁻¹), utilizou-se o valor de carga animal (CA) dividido pela média do peso vivo dos animais testes (PV_t).

$$\text{TL} = \text{CA} / \text{PV}_t$$

A partir da taxa de lotação (TL) obteve-se o ganho de peso vivo por área (GPV, em kg de PV há⁻¹), multiplicando a TL pelo GMD dos animais testes e pelo número de dias do período avaliado (d).

$$\text{GPV ha}^{-1} = \text{TL} \times \text{GMD} \times d$$

O ganho total por hectare dia⁻¹ foi obtido através da multiplicação da TL pelo GMD.

$$\text{GPV ha}^{-1} \text{ dia}^{-1} = \text{TL} \times \text{GMD}$$

O controle das doenças dos bovinos foi realizado de acordo com o calendário estadual e o controle parasitário com o Sistema Integrado de Controle Parasitário - SICOPA (Molento, 2004).

2.6. ESTIMATIVA DE CONSUMO DE FORRAGEM

Para avaliação do consumo de forragem a pasto pelos bovinos foi utilizada a metodologia de estimativa de consumo através do marcador externo de dióxido de titânio (TiO₂). Para melhor acurácia dos resultados, foram realizadas seis ciclos de avaliação sendo sete dias de dosagem para estabilização do marcador e cinco dias de coleta/dosagem diretamente da ampola retal. Os períodos de dosagem/coleta foram: 09 a 20/07/2017; 06 a 17/08/2017; 03 a 14/09/2017; 11 a 22/12/2017; 22 a 01/02/2018 e 19 a 02/03/2018. O marcador foi administrado em duas doses diárias (Glindemann et al., 2009) de 5 gramas cada, via oral, em cápsulas de papel manteiga. Antes de iniciar a dosagem foram coletadas amostras de fezes dos animais testers designadas de “*branco*” para estimativa de titânio nas fezes sem a utilização do marcador. As amostras foram congeladas separadamente por dia e período (manhã / tarde). Após o período de amostragem, as amostras foram pesadas e levadas a estufa com ventilação forçada a 60°C durante 72 horas. Após a secagem, foram novamente pesadas para o cálculo de umidade e moídas com auxílio de pistilo e almofariz para preparação da amostra composta por animal.

As amostras compostas por animal consistiam de 0,5 gramas de cada sub-amostra que foram levadas para quantificação de TiO_2 nas amostras de fezes.

A quantidade de TiO_2 nas amostras de fezes foi determinada no Laboratório de Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Paraná. Os procedimentos foram os seguintes: Pesagem de 0,1 g de amostra de fezes, 3,5 g de Sulfato de Potássio (K_2SO_4) e 0,4 g de Sulfato de Cobre (CuSO_4). A amostra e os reagentes foram colocados em tubo de digestão micro-Kjeldahl (100 mL), com adição de 10 mL de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4). Os tubos foram colocados bloco digestor a 420°C , durante duas horas ou até a coloração das amostras ficarem verde translúcido. Após a digestão, os tubos com as amostras ficaram de repouso por 30 minutos para resfriamento. A etapa seguinte foi passar as amostras para balão volumétrico de 100 mL e adição de água destilada até completar o volume. As amostras foram filtradas e armazenadas em potes de plástico. Com auxílio de micropipeta, adicionou-se à cubeta do espectrofotômetro 2,5 mL da amostra digerida e diluída + 0,1 mL de Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2). As amostras foram colocadas no espectrofotômetro para determinação de absorbância a 410 nm. Antes de realizar as leituras, o espectrofotômetro foi calibrado a partir da curva de calibração preparada com adição de 0, 2, 6, 8, 10, 12, 16, 18 mg de TiO_2 em tubos brancos (sem amostras de fezes). Utilizou-se água destilada para zerar o instrumento. A curva de calibração foi determinada através de uma solução padrão com 100 mg de TiO_2 diluídos em 100 mL de água destilada. Foram preparadas 12 cubetas com diferentes diluições e adição de 0,1 mL de H_2O_2 . Mediram-se as absorbâncias de cada amostra para calibração do instrumento. Após a calibração eram realizadas as leituras das amostras de fezes. A cubeta do espectrofotômetro era limpa com água destilada após a leitura de cada amostra.

A taxa de recuperação do marcador foi realizado em baias de 5 X 5m, previamente limpas, com cochos para alimentação dos animais e água limpa. Os animais utilizados foram equipados com bolsas coletoras de fezes e submetidos ao procedimento de dosagem duas vezes ao dia, durante 12 dias, sendo a coleta total de fezes realizada nos últimos cinco dias. As fezes foram pesadas e delas retiradas amostras (5 g) para determinação da quantificação

de TiO₂ em laboratório. A oferta de pasto destinada a refeição dos animais foi calculada pelo peso dos animais, sendo fornecidos 3% do peso vivo. Para o cálculo da digestibilidade foi utilizado os valores obtidos por Peres (2018), em trabalho com o mesmo marcador externo e pasto de Aveia Preta (*Avena strigosa*) para avaliação de consumo em ovelhas. A produção total de fezes foi calculada através da relação entre a quantidade fornecida e concentração do marcador nas fezes (g indicador / g fezes), como apresentado na equação abaixo:

$$\text{Produção fecal} = \frac{\text{g indicador/dia} \times \text{recuperação fecal}}{(\text{g indicador} / \text{g fezes})}$$

2.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis foram analisadas no software R versão 3.4.0 (R CORE TEAM, 2017) através do pacote lme de modelos lineares mistos. Foram considerados como efeitos aleatórios a data de avaliação, bloco e o pasto. O efeito tratamento foi considerado fixo. Os dados do foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de significância.

3. RESULTADOS

3.1. PRODUÇÃO PRIMÁRIA

Não houve diferenças significativas nas alturas de pasto nos dois ciclos de avaliação ($p > 0,05$) (Tabela 1). A variável massa de forragem apresentou diferença significativa onde o tratamento Pecuária obteve o maior valor médio de 2781,9 kg de MS ha⁻¹. Os tratamentos Pecuária-Floresta e Lavoura-Pecuária não apresentaram diferença significativa para variável massa de forragem. O menor valor encontrado para massa de forragem foi no tratamento

Lavoura-Pecuária-Floresta com valor médio de 1491,3 kg de MS ha^{-1} . Entretanto a oferta de pasto não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$). Os dados obtidos para esta variável apresentaram valores médios entre 10,5 a 14,7 %.

TABELA 1 – MÉDIA DA ALTURA DO PASTO, MASSA DE FORRAGEM, TAXA DE ACÚMULO, OFERTA DE FORRAGEM E PRODUÇÃO TOTAL DE PASTO NOS DOIS CICLOS DE PASTEJO AVALIADOS

	PEC	LP	PF	LPF
Altura do pasto (cm)	22,7 \pm 0,7a	22,6 \pm 0,8a	21,7 \pm 0,4a	19,7 \pm 0,1a
MF (kg MS ha^{-1})	2781,9 \pm 185 a	2130,1 \pm 181b	2255,7 \pm 135 b	1491,3 \pm 160 c
Taxa de acúmulo (kg MS $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$)	88,9 \pm 6,9 a	69,9 \pm 7,5 a	75,6 \pm 5,5 a	52,5 \pm 6,7 b
Oferta (%)	14,1 \pm 0,9 a	14,7 \pm 0,9 a	12,5 \pm 0,6 a	10,5 \pm 0,8 a
PT (kg MS ha^{-1})	26993 a	22778 b	23129 b	16992 c

Valores seguidos de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. Médias \pm erro padrão.

Com relação à taxa de acúmulo, houve diferença significativa para o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta em relação aos demais tratamentos apresentando o menor valor médio de 52 kg MS $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ (Tabela 1). Os tratamentos Pecuária, Lavoura-Pecuária e Pecuária-Floresta não diferenciaram entre si ($p > 0,05$).

Para variável produção total de pasto, o tratamento Pecuária obteve o maior valor médio de 26993 kg MS ha^{-1} . A menor produção total de pasto foi encontrada para o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta com valor médio de 16992 kg MS ha^{-1} . Já os tratamentos Lavoura-Pecuária e Pecuária-Floresta não apresentaram diferença entre si, sendo maiores que o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta e menores que o tratamento Pecuária (Tabela 1).

3.2. PRODUÇÃO SECUNDÁRIA

A avaliação de ganho médio diário dos animais não apresentou diferença no período de avaliação ($p > 0,05$). Os valores médios para essa variável nos dois ciclos de avaliação apresentaram valores médios entre 0,80 e 0,86 kg dia⁻¹. Para variável carga animal o tratamento Pecuária apresentou o maior valor médio durante os dois ciclos de avaliação. Em contrapartida, para mesma variável, o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta apresentou o menor valor médio de 679 kg de PV ha⁻¹.

TABELA 2 – MÉDIA DA CARGA ANIMAL, GANHO MÉDIO DIÁRIO, GANHO TOTAL, GANHO POR DIA E O CONSUMO DE MATÉRIA SECA NOS DOIS CICLOS DE PASTEJO AVALIADOS

	PEC	LP	PF	LPF
Carga animal (kg de PV ha ⁻¹)	872,5 ± 59a	693,2 ± 43bc	786,3 ± 55 ab	679,9 ± 60c
Ganho médio diário (kg dia ⁻¹)	0,80 ± 0,06a	0,86 ± 0,09a	0,80 ± 0,05a	0,84 ± 0,1a
Ganho Total (kg de PV ha ⁻¹)	707,8 ± 7a	618,3 ± 10a	631,0 ± 9a	594,2 ± 7a
Ganho por dia (kg de PV ha ⁻¹ dia ⁻¹)	2,4 ± 0,2a	2,0 ± 0,2a	2,1 ± 0,1a	1,9 ± 0,1a
Consumo (% de PV)	2,2 ± 0,15a	2,4 ± 0,13a	2,3 ± 0,14a	2,4 ± 0,14a

Valores seguidos de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. Médias ± erro padrão.

O ganho total de quilogramas de peso vivo por hectare não diferenciaram entre os tratamentos ($p > 0,05$). Os valores obtidos para esta variável variaram entre 594 e 707 kg de PV ha⁻¹ dia⁻¹. O ganho por dia também não apresentou diferença significativo ($p > 0,05$) como demonstrado na tabela 2. Os valores médios para esta variável variaram entre 1,93 a 2,40 kg de PV há⁻¹ dia⁻¹. Para a variável consumo animal a pasto os valores variaram de 2,24 a 2,49 %. Todavia esses valores não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$) como apresentado na tabela 2.

4. DISCUSSÃO

Os dados apresentados demonstram que houve diferença significativa para algumas variáveis relacionadas à produção de pasto, mas que, ao contrário da hipótese, não apresentou diferença significativa para as variáveis relacionadas à produção secundária.

A presença do componente arbóreo em SIPA possui atributos positivos para produção animal principalmente na proteção dos ventos e de temperaturas extremas, podendo assim diminuir os efeitos da menor produção de forragem (Yates et al., 2007; Lopes et al., 2016). Em contrapartida, como resposta ao sombreamento, as plantas promovem o alongamento do caule e redução da densidade de perfilhos como resposta a menor radiação incidente no dossel (Casal 2000; Wherley et al. 2005; Zhu et al. 2014). Baldissera et al. (2016) avaliaram durante dois anos a influência do sombreamento causado pela copa das árvores de *Eucalyptus dunnii* e diferentes níveis de adubação nitrogenada em seis pastagens tropicais perenes onde obtiveram diferenças significativas para as variáveis comprimento de bainha e folhas, diminuição da densidade de perfilhos e menor relação folha:colmo para as pastagens em ambientes sombreados. Essas diferenças acarretam numa diminuição de produção de massa forragem como obtidos por Andrade et al. (2004), que apresentou uma diminuição de 60% da taxa de acúmulo de poáceas em ambientes sombreados.

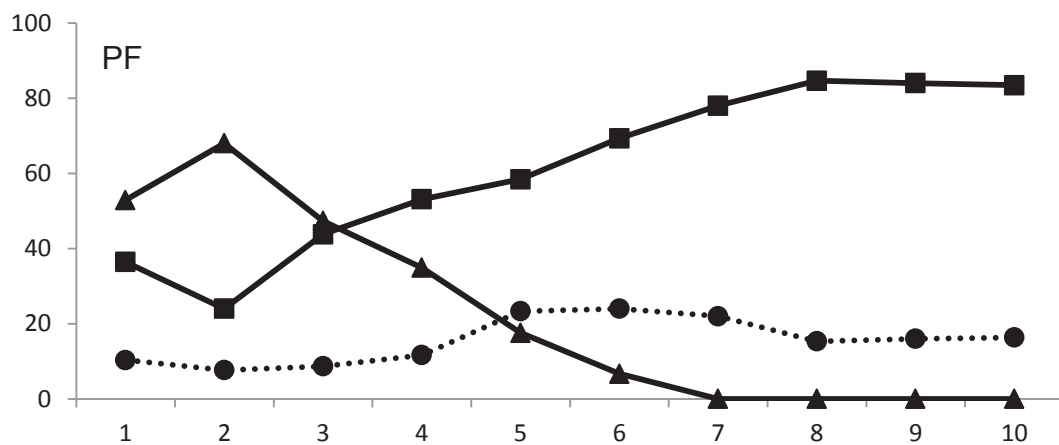
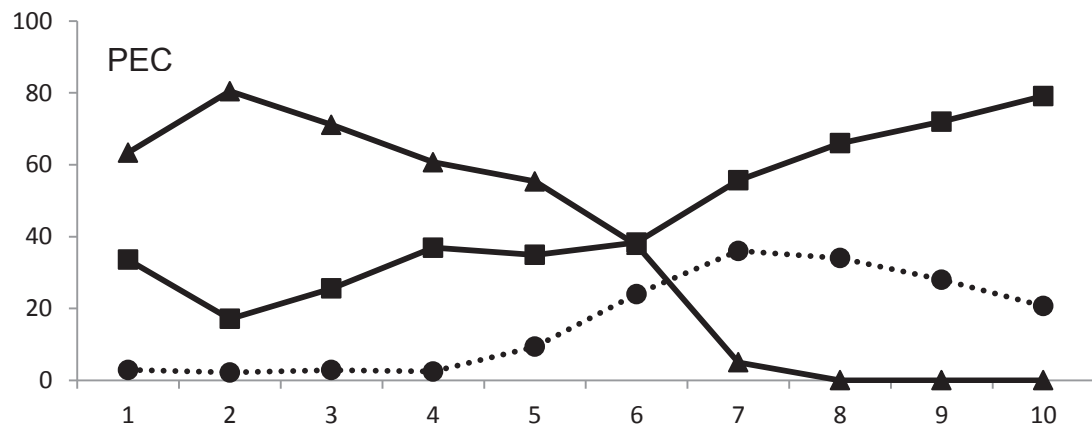
A análise de variância para os dados de produção primária indicam valor significativamente maior para variável massa de forragem no tratamento Pecuária (2781.9 kg MS ha⁻¹) em comparação com os demais tratamentos (Tabela 1). Os valores médios de matéria seca para variável massa de forragem obtido nos tratamentos Pecuária, Lavoura-pecuária e Pecuária-Floresta para o método de lotação contínua de pastejo estão acima do recomendado por Assmann et al. (2003), menos o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta que apresentou o valor inferior a 2.000 kg de MS ha⁻¹ (tabela 1). Entretanto, mesmo com essa menor massa de forragem média para o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta, a oferta de pasto apresentou valor de

10,58 \pm 0,8 % sendo essa variável uma relação entre a massa de forragem e a carga animal que também foi menor para o referido tratamento visando o manejo adequado da oferta de pasto (Tabela 2).

Esses resultados evidenciam que os tratamentos com a presença de árvores e/ou rotação de culturas sofrem o efeito da competição tanto pela presença do componente arbóreo como pela utilização da área com plantio da lavoura de milho. Segundo Vilela et al. (2011), a lavoura de milho é uma cultura que apresenta maior capacidade de competição com as pastagens de *Urochloa spp* e *Megathyrsus maximus*, sendo este o pasto de perene de verão utilizado no experimento. A adubação nitrogenada na lavoura de milho, ao mesmo tempo em que estimula um crescimento rápido e maior competição com as plantas daninhas, também diminuí a capacidade de rebrote do Áries devido à competição com as plantas de milho.

O Áries (*Megathyrsus maximus* cv. Áries) é uma planta C4 que apresenta boa resposta em temperaturas mais elevadas. Todavia, a presença das árvores, além de alterar a quantidade e a qualidade de radiação solar, pode provocar alterações morfológicas nas plantas relacionadas ao índice de área foliar e peso foliar (Lin et al., 1999), maior relação folha-colmo (Kepharth & Buxton 1992), maior relação da parte aérea em relação a raiz (Belesky et al., 2002), como também na concentração de proteína bruta e redução dos teores de carboidratos totais não estruturais do tecido foliar. No presente experimento, apesar da influência do sombreamento, apenas o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta apresentou diferença significativa dos demais tratamentos (Tabela 1) para variável taxa de acúmulo (52,51 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹). Embora este menor valor de taxa de acúmulo para o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta, todos os tratamentos avaliados apresentaram valores de massa de forragem por hectare que, segundo Hodgson (1990), garantem a ingestão adequada de forragem (>1.200 kg de MS ha⁻¹) durante todo o período experimental, provendo maior eficiência para produção animal e mantendo cobertura suficiente para conservação do solo. Para variável produção total de pasto, o tratamento Pecuária apresentou o maior valor (26993,34 kg MS ha⁻¹) sendo este valor reflexo da massa de forragem inicial e os valores médios das taxas de acúmulo dos períodos avaliados. Esse valor corrobora com a hipótese inicial

de que a presença do componente arbóreo afetaria a produção de pasto. Não obstante da influência do componente arbóreo, a presença da lavoura de milho nos tratamentos com rotação de culturas podem ter prejudicado o estabelecimento do Áries no ano subsequente, diminuindo os valores produtivos médios de massa de forragem, taxa de acúmulo, oferta e produção total de pasto para os tratamentos Lavoura-Pecuária e Lavoura-Pecuária-Floresta.



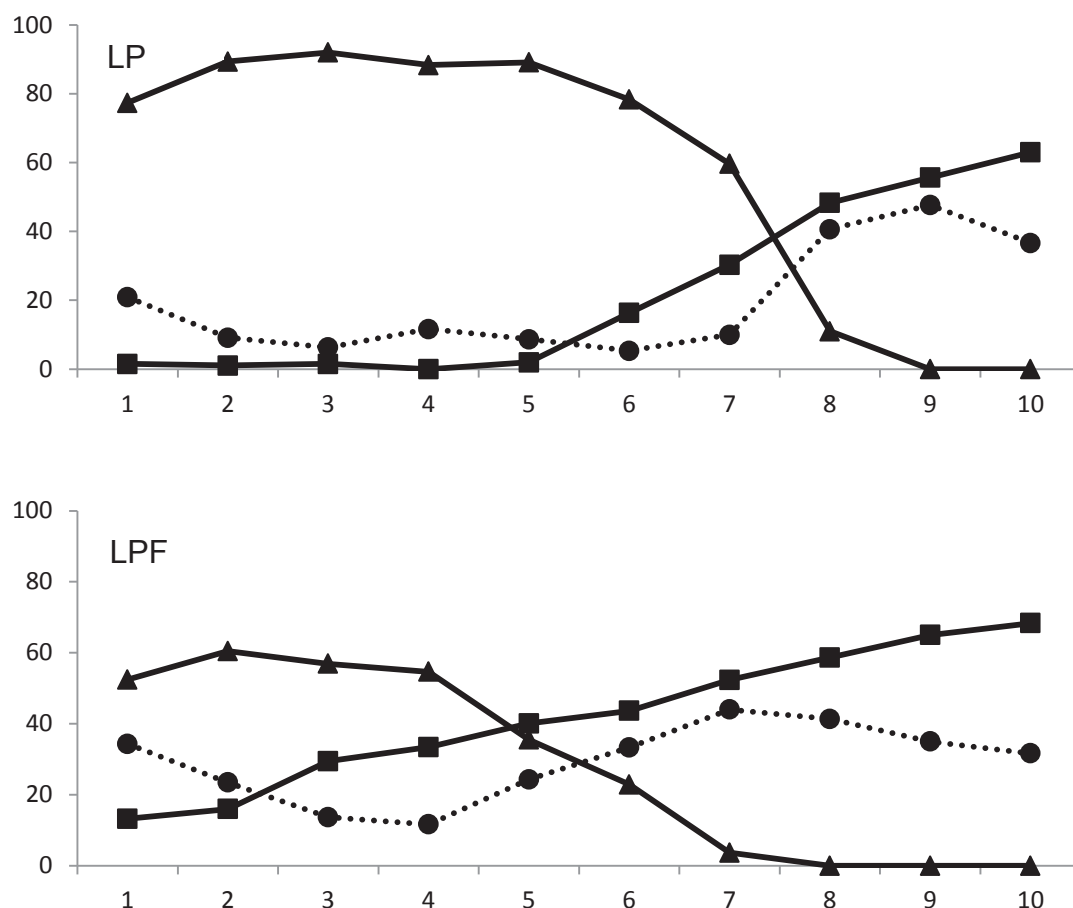


Figura 5 - Frequência de ocorrência das plantas nos períodos avaliados aferidos na medição de alturas do pasto (150 pontos) e classificação das espécies onde ▲ (Aveia), ■ (Áries) e ● (Outras espécies).

Os tratamentos apresentaram diferentes frequências de ocorrências de plantas forrageiras dominantes, evidenciando assim que cada tratamento apresentou uma dinâmica diferente de ciclos produtivos dos pastos. Ocorreu uma alternância de momentos em que havia plena dominância de determinada espécie com momentos de combinação das forrageiras como apresentado na figura 2. Nos tratamentos com a presença do componente arbóreo (Pecuária-Floresta e Lavoura-Pecuária-Floresta) o pasto de Áries apresentou maior frequência em período anterior aos tratamentos sem a presença das árvores. O microclima gerado pela presença do componente arbóreo diminui o estresse causado pela geada. Porfírio (2012) descreve que o componente arbóreo apresenta potencial de incrementar e diversificar a produção forrageira ao longo do ano através da redução dos extremos climáticos como as geadas, que

podem vir a diminuir a produção de pasto e a capacidade de suporte do sistema.

Apesar dos efeitos positivos esperados para o desempenho animal com a utilização do componente arbóreo no experimento avaliado, não houve reflexo em melhor desempenho para os animais nos ambientes silvipastoris (Tabela 2). Estes resultados contrariam vários trabalhos que demonstraram melhor desempenho para os animais produzidos em ambientes pastoris sombreados (Paciullo et al., 2011; Clason and Sharrow, 2000; Hawke, 1991; Kallenbach et al., 2006; Teklehaimanot et al., 2002). Grande parte destes trabalhos foram realizados em clima temperado e tropical, com temperatura média superior as regiões subtropicais. Em contrapartida, os resultados encontrados corroboram com valores de experimentos realizados no mesmo subtrópico onde os verões são menos rigorosos. Pontes et al., (2018) não apresentaram diferenças significativas para produção animal a pleno Sol e com sombra, sendo as diferenças relacionadas a níveis de adubação. Porfírio (2012), comparando sistemas Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta e Integração-Lavoura-Pecuária durante dois anos, não apresentou diferenças significativas para a produção animal nas variáveis de ganho médio diário ($0,86 \pm 0,310 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e para o ganho por área ($440,6 \pm 75,9 \text{ kg ha}^{-1}$). O mesmo autor ressalta que a produção por área acaba sendo maior, uma vez que propicia a produção animal conjuntamente com a madeireira. Não obstante, trabalhos realizados em regiões de clima mais quente evidenciam a necessidade de sombreamento para os animais incrementando em rendimento.

Assmann et al. (2004), em trabalho com consórcio de poáceas e fabáceas de inverno e diferentes doses de N apresentou o maior valor de ganho médio diário de $1,05 \text{ kg dia}^{-1}$. Lesama (1997), em trabalho com Aveia preta + Azevém + Trevo vesiculoso e doses de N, obteve o maior ganho médio diário de $1,091 \text{ kg dia}^{-1}$. Mezzalira (2009), trabalhando com diferentes ofertas de pasto em campo nativo, encontrou os maiores valores de ganho médio diário para oferta entre 8 a 12% com ganho médio diário de $0,345 \text{ kg/dia}$. Restle et al. (2000), trabalhando com bezerras de corte da raça Charolesa encontrou ganho médio diário de $0,579 \text{ kg dia}^{-1}$. Estes sistemas citados, menos o campo nativo, apresentam produção agrícola convencional, sem limitação de tratos e

manejos culturais. Além disso, possuem uma janela específica de avaliação em um ciclo determinado de crescimento de uma forrageira ou do consórcio. Todavia, os valores obtidos neste experimento são realizados durante 10 meses com repetição de ano, com avaliações em momentos de alta produção de pasto e carga animal como também em momentos de baixa produção de pasto (vazios forrageiros) refletindo em diminuição de carga animal. Dessa forma fica evidente que com o manejo adequado do pasto e obedecendo a ecologia do pastejo obtém-se uma boa capacidade produtiva do sistema com ganhos médios diários satisfatórios (Tabela 2).

A análise de variância não apresentou diferença significativa para produção secundária, isto pode estar associado à oferta de pasto que não apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1), apresentando valores que, segundo Maraschin (1997), propicia maximização do ganho animal por área. Isso reflete aos valores de ganho médio diário que também não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Carvalho et al. (2001) relata que a oferta de forragem está diretamente relacionada a seletividade animal tanto em espécies de plantas como na capacidade de selecionar a porção da planta a ser consumida, ingerindo assim uma dieta mais rica em nutrientes e com menor despesa energética. A carga animal média nos tratamentos sem rotação de culturas (PEC e PF) foram maiores do que nos tratamentos onde a lavoura de milho é semeada em determinada fase. Porém, essa maior carga animal média não refletiu em maior ganho por área. Isso ocorreu devido aos momentos de maior carga animal ocorrer juntamente com momentos de infestação de carrapatos. Nos períodos mais quentes do ano os tratamentos Pecuária e Pecuária-Floresta tiveram o maior número de animais parasitados e nível de infestação. Dessa forma, apesar da maior carga animal, o ganho médio diário foi baixo refletindo em valores de produção secundária semelhantes aos animais nos tratamentos Lavoura-Pecuária e Lavoura-Pecuária-Floresta. Os tratamentos com rotação de cultura quebram o ciclo do ectoparasita diminuindo a quantidade de infestação de carrapatos nos anos seguintes. Da mesma forma que o ganho médio diário os valores de consumo de matéria seca não diferiram entre os tratamentos avaliados ($p>0,05$) apresentando valores entre 2,24 a 2,49 % do peso vivo de consumo de matéria

seca por dia. Esses valores corroboram com os valores do NRC (2000) que cita valores de 1,5 a 2,7% do peso vivo em matéria seca por dia para o consumo voluntário dos animais.

Dessa forma, com valores altos de oferta de pasto durante toda a condução do experimento, independentemente do tratamento, os animais tiveram a oportunidade de selecionar e consumir porções das plantas de melhor qualidade nos dois ciclos de pastejo avaliados.

Canto et al. (2003) em trabalho realizado no noroeste do estado do Paraná com animais da raça Nelore em pastagens de Tanzânia, em pastoreio contínuo e doses de nitrogênio de 200, 400 e 600 kg ha⁻¹ apresentou ganho total de 854, 1,207 e 1,562 kg de PV ha⁻¹. Na região Centro-Sul, Lustosa (1998) em pastagens de inverno (poáceas e fabáceas) encontrou produtividades animal entre 403 e 701 kg de PV ha⁻¹. Todavia, esses experimentos citados foram conduzidos a pleno Sol, sem interferência da presença do componente arbóreo no sistema. Paciullo (2011) realizou um trabalho em Minas Gerais avaliando novilhas em ambiente sombreado e a pleno Sol onde encontrou diferença significativa em ganho médio diário e ganho por área. O mesmo trabalho não apresentou diferença significativa para a produção de pasto. Kallenbach et al. (2006) avaliaram o desempenho de animais em sistemas a pleno Sol e silvipastoril em pastagem de azevém e árvores de Pinus no estado do Missouri e também atribuiu o melhor desempenho dos animais no sistema silvipastoril, compensando a menor produção de forragem, devido a melhor qualidade da planta e bem estar - animal. Ao contrário de alguns trabalhos (Bergigier, 1989; Mota et al., 1997; Klowoski et al., 2002; Bizinoto et al., 2005) que indicam a presença de ambientes sombreados como fator de melhoria de produção animal uma vez que diminuí as variações de temperatura e umidade, este fator não determinou maior produção animal no experimento realizado.

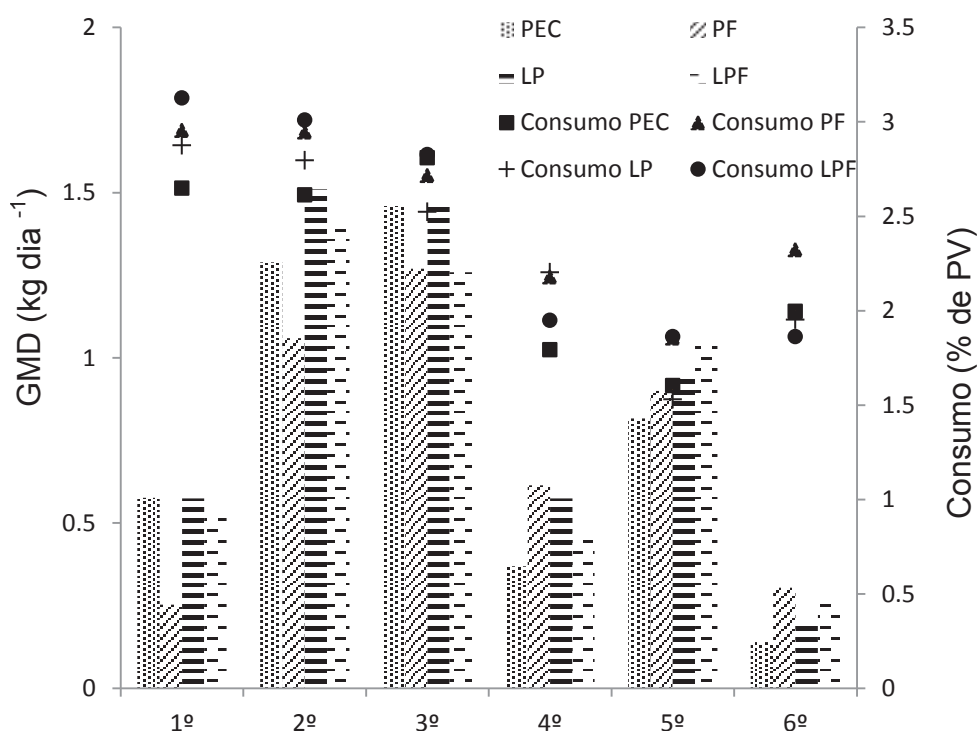


Figura 6 - Ganho médio diário (barras) e consumo de matéria seca (pontos) por ciclo de avaliação.

Nos três primeiros ciclos (inverno) os ganhos médios diários foram maiores do que os valores encontrados nos ciclos de verão (4º, 5º e 6º ciclo) como se observa na figura 6. O primeiro período foi caracterizado por um consumo alto de matéria seca associada a um pequeno ganho de peso, uma vez que os animais estavam em processo de adaptação do rúmen ao pasto. Já o segundo e terceiro ciclos de inverno se caracterizam por um consumo alto associado a um maior ganho médio diário. Os ciclos de verão (4º, 5º e 6º) demonstram uma relação com o estágio fenológico da forrageira de verão. O 4º ciclo se caracteriza pela transição do final do ciclo da aveia preta e rebrota do Áries. No 5º ciclo o Áries predomina e esta em fase vegetativa propiciando o maior ganho médio diário com um menor consumo de matéria seca por dia. O inverso ocorre no 6º ciclo onde, com o final do ciclo do Áries, os animais aumentaram o consumo, porém a estrutura e qualidade do pasto eram inferiores o que acarretou no menor ganho médio diário.

5. CONCLUSÕES

A presença do componente arbóreo bem como a rotação com lavoura de milho afeta a produção primária de pasto em ambiente subtropical. As diferenças em produção primária de pasto e a presença do componente arbóreo não refletiram em maior ganho médio diário e ganho por área em bovinos a pasto.

6. REFERÊNCIAS

- ALLDEN, W.G.; WHITTAKER, I.A.M. 1970. The determination of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Aust. J. Agric. Res.*, 21: 755-766.
- ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.
- ASSMANN, A.L.; PELISSARI, A.; MORAES, A. de; ASSMANN, T.S.; OLIVEIRA, E.B. de; SANDINI, I. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-Pecuária em presença ou ausência de trevo-branco e nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, p.37-44, 2004.
- BALDISSERA, T. C; PONTES, L.S; RAQUEL, B; GIOSTRI. A.F; GUERA. K C.S; MICHETTI. G; DA SILVA. V.P; CARVALHO. P.C.F. Phyllochron and leaf lifespan of four C4 forage grasses cultivated in association with trees. *Tropical Grasslands – Forrages Tropicales*. 2014. Vol 2. P 2-14.
- BALISCEI, M.A.; SOUZA, W.; BARBOSA, O.R.; CECATO, U.; KRUTZMANN, A.; QUEIROZ, E.O. Behavior of beef cattle and the microclimate with and without shade. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 2012, vol 34, p 409-415.
- BARRO, R.S; SAIBRO, J.C. et al (2008) Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno (Forage yield and nutritive value of cool-season annual forage grasses shaded by *Pinus elliottii* trees and at full-sun). *R Bras de Zootec* 37:1721–1727
- BARTHAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Hill Farming Research Organization. [S.l.]: n/Biennial Report, 1985, p.29-30, 1985.
- BERGIGIER, P. Effect of heat on intensive meat production in the tropics; cattle, sheep and goats, pigs. In: Ciclo Internacional de palestras sobre Bioclimatologia Animal, 1, 1986, Botucatu, FMZ/UNESP. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 1989. P.7-44.
- BIRD, P.R.; Bicknell, D.; BULMAN, P.A.; BURKE, S.J.A.; LEYS, J.F.; PARKER, J.N.; VAN DER SOMMEN, F.J.; VOLLER, P. The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock. *Agroforestry Systems*, v.20, p.59-86, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1992.
- BIZINOTO, A.L.; BENEDETTI, E.; BORGES, L.C.F.; FAVERO, B.F.; AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D. Efeitos da suplementação com cromo orgânico e do sombreamento sobre o desempenho de bovinos nelore criados a pasto durante o período de maio a novembro. *FAZU em Revista*, Uberaba, n.2, p.226-236, 2005.

CANTO, M. W. Dinâmica de crescimento e produção animal em capim Tanzânia adubado com doses de nitrogênio. 2003. 194p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

CARVALHO, C.F.P.; BREMM, C.; BONNET J. F.O.; SAVIAN, J. V.; SCHONS, R. M. T.; SZYMCAK, L.S.; PORTUGAL, T.B.; MOOJEN. F.; SILVA, D.F.; MARIN. A.; GANDARA, L.; BOLZAN, A.M.S.; GENTIL, F. S.; MORAES, A.; MONTEIRO, A.L.G.; SANTOS, D.T.; LACA, A.E. - Como a estrutura do pasto influencia o animal em pastejo? Exemplificando as interações planta-animal sob as bases e fundamentos do Pastoreio "Rotatínuo"*.

CARVALHO, P.C.F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, FEALQ, p. 07-31. 2005.

CARVALHO, P. C. F.; Barro, R.S.; Pontes, L.S.; Silva, V.P.; Moraes, A. Produção de Bovinos em Sistemas Integrados de Produção Agrícola e Pecuária. Documentos, IAC, Campinas, 111, 2013.

CARVALHO, P.C.F.; MEZZALIRA, J.C.; FONSECA, L.; WESP, C.; TRINDADE, J.K.; NEVES, F.; PINTO, C.E.; AMARAL, M.F.; BREMM. C.; AMARAL, G.A.; SANTOS, D.T.; CHOPA, F.S.; GONDA, H.; NABINGER, C.; POLI, C. H. E. Do bocado ao sítio de pastejo: manejo em 3D para compatibilizar a estrutura do pasto e o processo de pastejo. In: Simpósio de forragicultura e pastagem, 7., 2009, Lavras. Anais... Lavras, 2009. p. 160-173.

CARVALHO, P. C. F. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behaviour support innovations in grassland management? Tropical Grasslands, Queensland, v. 1, n. 2, p. 137-155, 2013b.

CASAL, J. J.; DEREGIBUS, V. A. SÁNCHEZ, R. A. Variations in Tiller Dynamics and Morphology in *Lolium Multiflorum* Lam. Vegetative and Reproductive Plants as Affected by Differences in Red/Red Far-Red Irradiation. *Annals of Botany*, v. 56, p. 553-559, 1985.

CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. *Revista brasileira de Zootecnia*, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CASTRO, C.R.T. Tolerância de gramíneas forrageiras tropicais ao sombreamento. Viçosa, UFV, 1996. 247p (Tese de doutoramento em zootecnia).

CLASON, T.R., and S.H. SHARROW. 2000. Silvopastoral Practices. p. 119–147. In H.E. Garrett et al. (ed.) North American agroforestry: An integrated science and practice. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI

COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G de A.; OLIVEIRA, L.R da C. Produção de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 3p (Embrapa Rondônia. Comunicado técnico, 278).

FENG, C.; DING, S.; ZHANG, T.; LI, Z.; WANG, D.; LIU, C.; SUN, J.; PENG, F. High plant diversity stimulates foraging motivation in grazing herbivores. *Basic and Applied Ecology*, 17, (2016), p 43–51.

HAWKE, M.F., 1991. Pasture production and animal performance under pine agroforestry in New Zealand. *Forest Ecol. Manage.* 45, 109–118.

HODGSON, J., 1982. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: Hacker, J.B. (Ed.), *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures: Proceedings of an International Symposium*. St. Lucia, Queensland, pp. 153–166.

HODGSON, J. *Grazing management. Science into Practice*. Essex: Longman. 1990. 203 p.

JAMIESON, W.S.; HODGSON, J. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing for grazing dairy cows. *Grass and Forage Science*, v.34, p.69- 77, 1979.

KALLENBACH, R.L., KERLEY, M.S., BISHOP-HURLEY, J.G., 2006. Cumulative forage production, forage quality and livestock performance from an annual ryegrass and cereal rye mixture in a pine–walnut silvopasture. *Agrofor. Syst.*

KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Growth of C3 and C4 perennial grasses under reduced. *Crop Science, Madison*, v.32, p.1033–1038. 1992.

KLOWOSKI, E.S.; CAMPOS, A.T.; GASPARINO, E. Estimativa de declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá-PR. *Revista Brasileira de Agromeorologia*, v.5, n.2, p.283-288, 2002.

KRUCHELSKI, S.; SZYMCHAK, L.S.; DEISS, L.; MORAES, A. *Panicum maximum* cv. ARIES ESTABLISHMENT UNDER WEED INTERFERENCE WITH LEVELS OF LIGHT INTERCEPTION AND NITROGEN FERTILIZATION. *Planta Daninha*, v37, 2019.

KUNRATH, T.B., CADENAZZI, M., BRAMBILIA, D.M., ANGHINONI, I., de MOARES, A., BARRO, R.S., de F. CARVALHO, P.C., 2014. Management targets for continuously stocked mixed oat x annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop-livestock system. *Eur. J. Agron.* 57, 71-76.

LACA, E.A.; ORTEGA, I.M. Integrating foraging mechanisms across spatial and temporal scales. In: *International rangeland congress*, 5, 1995, Salt Lake City. *Proceedings...* p.129-132.

LESAMA, M.L. *Produção animal em gramíneas de estação fria com fertilização nitrogenada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilização nitrogenada*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 129p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

LIN, C.H. et al. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. *Agroforestry Systems*, Dordrecht, v.44, p.109-119. 1999

LOPES, L.B., ECKSTEIN, C., PINA, D.S., CARNEVALLI, R.A., 2016. The influence of trees on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in Brazilian Midwest. *Trop. Anim. Health Prod.* 48, 755–761.

LUSTOSA, S.B.C. Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema plantio direto. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1998. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, 1998.

MARASCHIN, G.E.; MOOJEN, E.L.; ESCOSTEGUY, C.M.D.; et al. Native pasture, forage on offer and animal response. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Saskatoon, Canada. Proceedings... Saskatoon, Canada, 1997.p.288.

MEZZALIRA, J. C. O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem. 2009. 159f. 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade.

MORAES, A.; MOOJEN, E.L.; MARASCHIM, G. E. Comparação de métodos de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. Anais... Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.332.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MULLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; XAVIER, D. F.; FERNANDES, E. N. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistemas agrossilvipastoril, conforme distância das árvores. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.1176–1183, 2011.

PONTES, L.S; BARRO, R.S; SAVIAN, J.V; BERNDT, A; MOLETTA, J.L; PORFÍRIO, V.S; BAYER, C; CARVALHO, P.C.F. Performance and methane emissions by beef heifer grazing in temperate pastures and in integrated crop-livestock systems: The effect of shade and nitrogen fertilization. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.2018. 253, 90-97.

PORFÍRIO, V. Produtividade em Sistema de Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta no subtropical brasileiro. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. 119p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná, 2012.

RESTLE, J.; LUPATINI, G.C.; ROSO, C.; SOARES, A.B. Eficiência e desempenho de categorias de bovinos de corte em pastagem cultivada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 27, n. 2, p. 397-400, 1998.

SOLLENBERGER, L.E., MOORE, J.E., ALLEN, V.G., PEDREIRA, C.G.S., 2005. Reporting forage allowance in grazing experiments. *Crop Sci.* 45, 896–900.

TEKLEHAIMANOT, Z., JONES, M., SINCLAIR, F.L., 2002. Tree and livestock productivity in relation to tree planting configuration in silvopastoral system in North Wales, UK. *Agrofor. Syst.* 56, 47–55

VILELA, L.; JUNIOR, G.B.M.; MACEDO, M.C.M.; MARCHÃO, R.L.; JÚNIOR, R.G.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G.A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. *Pesquisa agropecuária Brasileira*, v.46, p.1127-1138, 2011.

WHERLEY, B.G; GARDNER, D.S; METZGER, J.D. Tall fescue photomorphogenesis as influenced by changes in the spectral composition and light intensity. *Crop Science* 45, 562–568. doi:10.2135/cropsci2005.0562

ZHU, J; VOS, J; VAN DER WERF, W; VAN DER PUTTEN, P.E.L; EVERS, J.B. Early competition shapes maize whole-plant development in mixed stands. *Journal of Experimental Botany* 65, 641–653. doi:10.1093/jxb/ert408

YATES, C., DORWARD, P., HEMERY, G., COOK, P., 2007. The economic viability and potential of a novel poultry agroforestry system. *Agrofor. Syst.* 69, 13–28.

CAPÍTULO 2. COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS DE CORTE EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Breno M. Campos¹, Leonardo Deiss¹, Thales B. Portugal¹, Anibal de Moraes¹, Paulo César de Faccio Carvalho².

¹ Universidade Federal do Paraná - UFPR, Setor de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Rua dos Funcionários, 1500, Curitiba, Pr. Brasil. ² Grupo de Ecologia do Pastejo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, Brasil. ³ Universidade Federal do Paraná – UFPR, Laboratório de Bem-Estar animal, Rua dos Funcionários, 1500, Curitiba, Pr. Brasil.

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi comparar as estratégias alimentares de bovinos de corte em quatro diferentes sistemas integrados de produção agropecuária. O trabalho foi realizado no Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA). O delineamento experimental foi o de blocos completamente casualizados com três repetições e os tratamentos avaliados foram o Pecuária (PEC), Lavoura-Pecuária (LP), Pecuária-Floresta (PF) e o Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF). Os tratamentos com o componente arbóreo são caracterizados pela presença de árvores de *Eucalyptos benthamii* espaçados 14 metros entre linhas de árvores e 2 metros entre árvores. Foram utilizados três animais testes por tratamento em pastos de Aveia Preta e Áries. As avaliações de comportamento ingestivo diurno dos animais em pastejo foram realizadas do nascer ao pôr-do-Sol nos dias 26/01/17, 23/02/17, 30/06/2017, 04/08/2017, 01/09/2017, 05/02/2018 e 24/03/2018 em intervalos de cinco minutos, por um observador previamente treinado que, com ajuda de tabela e binóculo, realizava a avaliação das atividades de pastejo, ruminação e ócio. A altura do pasto e a oferta de pasto não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) nos dias de avaliação. Houve diferença significativa para a variável tempo de pastejo onde os tratamentos Pecuária-Floresta e Lavoura-Pecuária-Floresta apresentaram valores superiores (379 min e 425 min, respectivamente) aos tratamentos à pleno Sol ($p < 0,05$). Em contrapartida, os tratamentos Pecuários e Lavoura-Pecuária apresentaram valores superiores de tempo em ócio (216 min e 231 min, respectivamente) em relação aos

tratamentos com sombra ($p < 0,05$). O tempo de ruminação não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Houve diferença significativa para o número de refeições e tempo médio das refeições onde os bovinos nos tratamentos Pecuária-Floresta e Lavoura-Pecuária-Floresta apresentaram maiores valores de tempo médio de refeição (78min e 88 min, respectivamente) e menor número de refeições (cinco refeições). Os animais apresentaram comportamento ingestivo diferentes para as variáveis tempo de pastejo, tempo em ócio, número de refeições e tempo médio das refeições. Todavia não foi identificado diferença para o tempo de ruminação. A presença das árvores aumentou as atividades relativas ao consumo de pasto. O tempo de pastejo foi maior nos tratamentos com sombra ocasionando menor número de refeições, porém mais prolongadas.

Palavras-chave: componente arbóreo, pastejo, ócio, ruminação, refeições

INGESTIVE BEHAVIOR OF BEEF CATTLE IN INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS

ABSTRACT - The objective of this work was to compare the diurnal behavior of beef cattle in four different integrated crop-livestock systems. The work was carried out at the Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA). The experimental design was a completely randomized block design with three replicates and the treatments evaluated were Livestock (PEC), Crop-Livestock, Livestock-Forest and Crop-Livestock-Forest. The treatments with the tree component are characterized by the presence of *Eucalyptus benthamii* trees spaced 14 meters between rows of trees and 2 meters between trees. Three testers were used for treatment on Black Oat and Aries pastures. The ingestive diurnal behavior of the grazing animals was performed from dawn to sundown on 01/26/17, 23/02/17, 06/30/2017, 04/08/2017, 01/09/2017, 05/02/2018 and 03/24/2018 at five-minute intervals by a previously trained observer who, with the help of a table and binoculars, performed the evaluation of grazing, rumination and idle activities. Sward height and forage allowance did not show a significant difference ($p > 0.05$) in the evaluated days. There was a significant difference for the grazing time variable where the livestock-forest and crop-livestock-forest treatments presented higher values (379 min and 425 min, respectively) than treatments at full sun ($p < 0.05$). In contrast, the livestock and crop-livestock treatments presented higher values of idle time (216 min and 231 min, respectively) compared to the shade treatments ($p < 0.05$). The rumination time showed no significant difference ($p > 0.05$) between treatments. There was a significant difference for the number of meals and average meal time where cattle in the Forest-Livestock and Crop-Livestock-Forest treatments presented higher values of average meal time (78min and 88 min, respectively) and smaller number of meals (5 meals). The animals presented different ingestive behavior for the variables grazing time, idle time, number of meals and average meal time. However, no difference was identified for rumination time. The presence of trees increased the activities related to the consumption of pasture. Grazing time was longer in shade treatments, causing fewer but longer meals.

Key words: tree component, grazing, idle, rumination, meals

1. INTRODUÇÃO

A diminuição da sustentabilidade devido a perda da biodiversidade e ao manejo ineficiente dos sistemas (Lemaire et al., 2005) é reflexo da especialização, um conceito de produção oriundo do período pós-revolução verde (Entz et al., 2005). Em contrapartida à especialização, os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) se apresentam como uma opção produtiva com menores impactos sobre o meio ambiente além de aumentar renda devido à diversificação (Lemaire et al., 2014; Moraes et al., 2014). Segundo a FAO (2010) os SIPA são considerados o caminho da intensificação sustentável, pois seus atributos atendem a forma de aumentar a produção mundial de alimentos e atender a demanda em constante crescimento.

Dentro desse contexto de intensificação sustentável, o ruminante em pastejo e o ato pastar aumentam o fluxo de nutrientes no sistema, a diversidade da vegetação e da fauna, impactando no funcionamento do sistema (Carvalho, 2005). Dessa forma a produção de bovinos a pasto não é somente produção animal, mas também uma ferramenta para manter a multifuncionalidade do sistema, sendo o ruminante um engenheiro dos processos (Derner et al., 2009).

Da mesma forma, a utilização do componente arboreo em sistemas integrados pode acarretar em aumento ou diminuição de produtividade, beneficiar o ecossistema por meio da ciclagem de nutrientes, sequestro de carbono e produção de biomassa (Udawatta e Jose, 2012). Além disso, há uma demanda crescente na busca por produtos animais oriundos de sistemas que propiciem o bem-estar (Yates et al., 2007) e ética na produção como um diferencial de qualidade (Broom, 2017). Neste contexto, as árvores atuam de forma a reduzir extremos de temperatura e de velocidade de ventos (Lopes et al., 2016) trazendo benefícios a atividade de pastejo uma vez que proporcionam um conforto térmico ao rebanho (Abel et al., 1997). Segundo Lee (1967), quando a temperatura do sistema onde o animal se encontra aproxima ou excede a temperatura corpórea, o animal apresenta alguns reflexos para resfriamento que são o aumento da evaporação de água do trato respiratório

ou da pele pela transpiração. Hahn (1995) relata que temperaturas altas reduzem o consumo, crescimento e eficiência produtiva dos bovinos de corte. As perdas econômicas oriundas de estresse térmico dos animais originam de três fatores incluindo a diminuição do desempenho, aumento da mortalidade e diminuição do índice reprodutivo (St-Pierre et al., 2003).

As regiões subtropicais apresentam uma temperatura média mais amena, porém, devido a estações bem definidas, são suscetíveis a ocorrência de geadas e veranicos no inverno (Porfirio., 2012). Nesse sentido, a presença do componente arbóreo é capaz de diminuir os efeitos dos extremos climáticos, potencializando e diversificando a oferta de pasto durante o ano e refletindo em maior desempenho dos animais (Payne, 1995; Lin et al., 2001; Paciullo et al., 2009; Souza et al., 2010). Todavia, a presença do sombreamento afeta a planta forrageira (Lin et al., 1999) causando alterações morfológicas como resposta a este efeito, podendo diminuir o rendimento de matéria seca do pasto. Como o rendimento do pasto no sistema está associado à oferta do pasto para os animais em pastejo, a influência do sombreamento altera a capacidade de suporte do sistema devido a modificações na estrutura do pasto. Segundo Carvalho et al., (2009), a estrutura do pasto é considerada causa-consequência do processo de pastejo. Assim, a presença do componente arbóreo (sombreamento) e as alterações na estrutura do dossel podem alterar o comportamento alimentar dos animais. Isso pode ocorrer tanto pela busca dos animais por áreas sombreadas nos momentos de maior calor como também nas ações realizadas na menor escala do processo de pastejo, o bocado, considerado o átomo do pastejo (Laca & Ortega., 1995).

Dessa forma, a compreensão do comportamento ingestivo acaba sendo uma ferramenta importante (Zanine et al., 2007) para elaboração de sistemas produtivos, principalmente para obter conhecimento de como os animais distribuem suas atividades ao longo do dia podendo ser estabelecidas práticas de manejo visando aumento de produtividade.

O objetivo deste trabalho foi comparar o comportamento diurno de bovinos de corte em quatro diferentes sistemas integrados de produção

agropecuária. Os resultados fornecem dados sobre como os animais distribuem suas atividades alimentares em sistemas com e sem árvores.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA)

O trabalho está aprovado pela Comissão de Ética no uso de animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná sob protocolo de número 069/2016, referente ao projeto “Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA): Sistemas integrados de produção vegetal e animal na promoção da sustentabilidade de agroecossistemas”.

2.2. ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado no Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA), na Estação Experimental do Cangüiri pertencente à Universidade Federal do Paraná e localizada no município de Pinhais PR (25°23'30"S de latitude e 49°07'30" W de longitude). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é classificado como Cfb, caracterizado por apresentar precipitação média anual de 1400 mm, temperatura mínima média de 12,5°C e temperatura máxima média de 22,5°C. Os tipos de solo predominante são: Cambissolos, Latossolos e suas associações, além de Organossolos e Gleissolos.

2.3. TRATAMENTOS E ARRANJO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi o de blocos completamente casualizados com três repetições. Foram determinantes para a formação de

blocos experimentais as variações do relevo e o tipo de solo. Os tratamentos utilizados foram: Pecuária (PEC), Pecuária-Floresta (PF), Lavoura-Pecuária (LP) e o Lavoura-Pecuária-Floresta (LPF).

- Pecuária (PEC): O tratamento Pecuária caracteriza-se pela presença constante dos animais nas áreas determinadas como piquetes de pecuária. A saída dos animais ocorre em meados de abril, com o final do ciclo de pastejo e posterior plantio do pasto de inverno. No verão o pasto predominante é o Aries (*Megathyrsus maximus* cv Aries) juntamente com algumas espécies forrageiras espontâneas. No inverno o pasto predominante é o de Aveia – Preta (*Avena strigosa*) com a presença do Azevém (*Lolium multiflorum*) de ressemeadura natural.

- Pecuária – Floresta (PF): O tratamento Pecuária-Floresta possui a mesma dinâmica de utilização dos pastos do tratamento pecuária. Além disso, possui a presença do componente arbóreo (*Eucalyptus benthamii*) caracterizando este tratamento como Pecuária-Floresta. As linhas de árvores foram plantadas com espaçamento de dois metros entre plantas e 14 metros entre linhas, ocupando cerca de 14% da área. A altura média das árvores nos períodos da avaliação era de aproximadamente 13,65 metros. Para diminuir os processos erosivos e aumentar a conservação do solo e da água, as árvores foram plantadas em curvas de nível. Dessa forma facilita o trânsito das máquinas para os tratos culturais no tratamento ao mesmo tempo em que propicia a conservação do solo.

- Lavoura – Pecuária (LP): O tratamento Lavoura-Pecuária alterna fases de produção animal com fases de produção agrícola. Na produção animal a utilização dos pastos ocorre como nos tratamentos essencialmente pastoris. A fase pastoril nestes tratamentos possui a duração de três anos. No período que antecede o plantio da lavoura de milho (*Zea mays*) não ocorre o pastejo da Aveia-Preta (*Avena strigosa*) visando acúmulo de massa verde para cobertura e supressão de plantas espontâneas. A cultura de milho é semeada em plantio direto sobre a massa de pasto verde de Aveia-preta.

- Lavoura – Pecuária – Floresta (LPF): O tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta é o mais diversificado. Este tratamento segue a mesma dinâmica do tratamento Pecuária-Floresta na fase pastoril e do tratamento Lavoura-Pecuária na fase agrícola. Da mesma forma que o tratamento Lavoura-Pecuária, a fase pastoril possui duração de três anos, não ocorrendo o pastejo no ano que antecede a fase agrícola visando acúmulo de massa para cobertura e supressão das plantas espontâneas. A cultura do milho (*Zea mays*) é semeada sobre a massa de pasto verde de Aveia-Preta (*Avena strigosa*).

Cada tratamento tem em média 1,5 hectares de área e estão representados na ilustração abaixo.

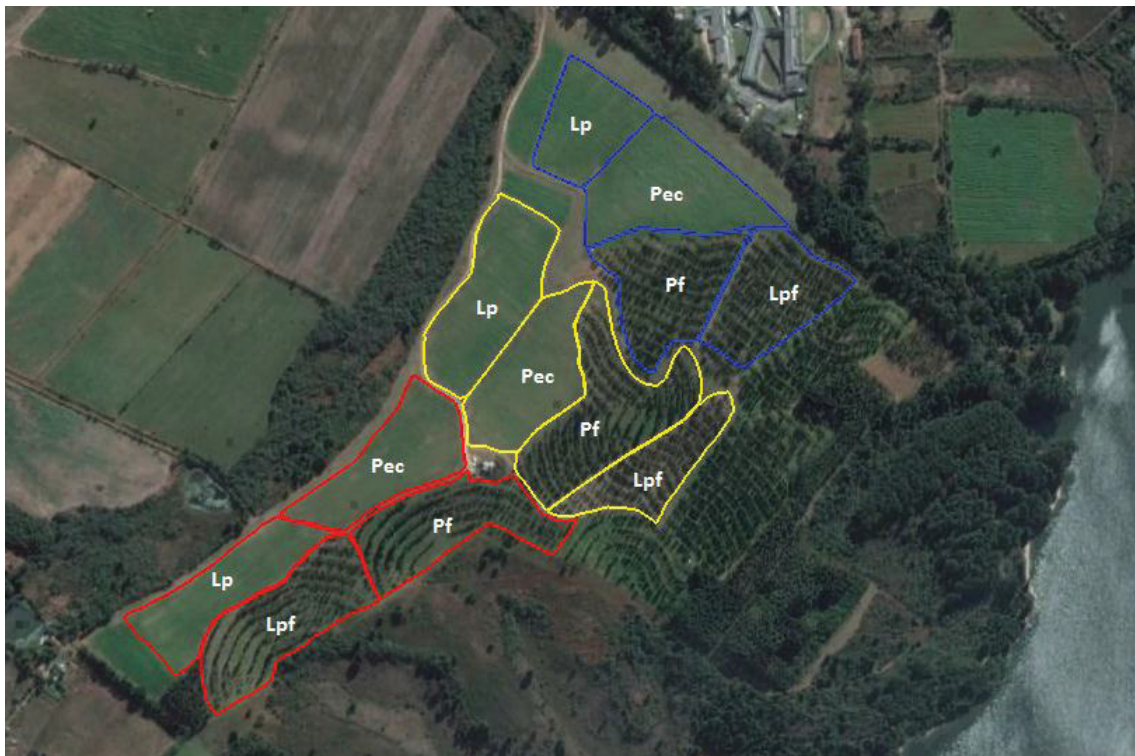


Figura 7 - Vista aérea da área experimental do Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (Fonte: Google Earth). As áreas marcadas são os tratamentos que foram avaliados totalizando 12 piquetes divididos em três blocos sendo PEC o tratamento Pecuária, PF o tratamento Pecuária-Floresta, LP o tratamento Lavoura-Pecuária e LPF o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta. Em azul está representado o bloco 01, em amarelo o bloco 02 e em vermelho o bloco 03.

Nas duas primeiras avaliações, devido ao protocolo experimental, foi avaliado o comportamento diurno dos bovinos a pasto nos tratamentos

Pecuária e Pecuária-Floresta. Nas outras cinco avaliações, o comportamento diurno dos bovinos a pasto foi avaliado nos quatros tratamentos.

2.4 PASTAGENS

O pasto de verão utilizado foi o Áries (*Megathyrsus maximus* cv. Áries) que foi plantado no verão de 2012/2013. Diferentemente da aveia, o pasto de Áries não é plantado todo ano. A alternância ocorre normalmente com o final do ciclo da aveia, aumento das temperaturas e chuvas que criam um ambiente favorável para o rebrote do pasto. A Aveia do inverno de 2017 foi plantada entre os dias 11/05/2017 e 17/05/2017 na quantidade de 80 kg ha⁻¹. Entre os dias 19/05/2017 e 30/05/2017 foi realizada a adubação nitrogenada na quantidade de 100 kg ha⁻¹. No dia 02/08/2017 foi realizada outra adubação nitrogenada na quantidade de 90 kg ha⁻¹. Entre os dias 17/10/2017 e 23/10/2017 foram realizadas as adubações com nitrogênio (150 kg ha⁻¹) e com cloreto de potássio (200 kg ha⁻¹).

2.5. AVALIAÇÕES DO PASTO E MÉTODO DE PASTOREIO

O critério para o manejo do pasto foi baseado na metodologia do pastoreio rotatínuo (Carvalho et al., 2001), na qual se determina altura de entrada e saída dos piquetes de forma a propiciar aos animais a máxima taxa de ingestão. Como no experimento realizado o método de pastoreio foi o contínuo com lotação variável, segundo a técnica put-and-take descrita por Mott & Lucas (1952), foi então ajustado o manejo de forma que a meta da altura média do piquete fosse a média da altura de entrada e saída do pastoreio rotatínuo. Dessa forma os animais estariam pastejando estruturas de pasto que maximizam a taxa de ingestão. A altura do pasto foi aferida semanalmente através da utilização do bastão graduado (“sward stick” – Barthram, 1985). As medições foram feitas de forma aleatória, aferindo 150 pontos em cada piquete, evitando os pontos ao redor dos portões, cochos de

água e sal. Para estimativa de massa de forragem foram realizados três cortes de massa de pasto por tratamento, em áreas representativas do piquete. Os cortes eram feitos rente ao solo, com auxílio de um molde metálico com área de 0,25m². As amostras foram secas em estufa de circulação forçada a 65°C, pesadas e posteriormente realizado o cálculo estimado de massa de forragem em kg por hectare.

A taxa de acúmulo de forragem foi determinada pela técnica do triplo emparelhamento (Moraes et al., 1990). Utilizaram-se três gaiolas de exclusão por piquete, com dimensões de 70x70 cm, que foram avaliadas a cada 28 dias e realocadas em novos pontos pré-determinados no início da avaliação, os quais eram representativos da massa de forragem inicial. Nos tratamentos com a presença do componente arbóreo as gaiolas foram alocadas em três posições conforme a ilustração abaixo.

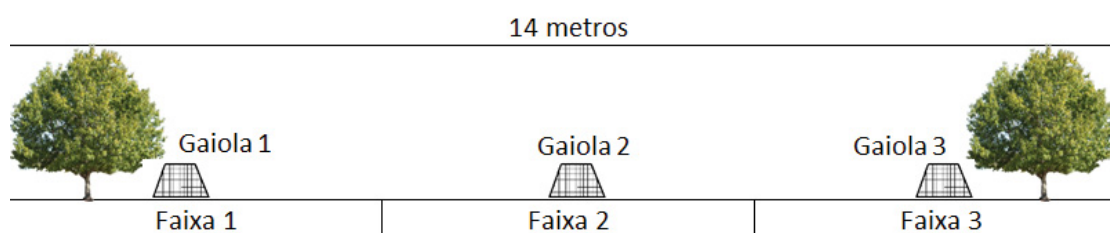


Figura 8 - Ilustração da disposição das gaiolas de exclusão nos tratamentos com a presença do componente arbóreo.

Foram pré-determinadas três faixas entre os renques de árvores onde as gaiolas foram alocadas. Para o cálculo da oferta de forragem foi utilizada a média dos valores obtidos nas três gaiolas de exclusão. A fórmula utilizada foi a proposta por Sollenberger et al.(2005), descrita abaixo.

$$OF = ((MF_i / n + TA) / CA) \times 100$$

Onde MF_i = massa de forragem inicial (kg/ha de MS); n = número de dias do período; TA = taxa de acúmulo diário (kg/ha de MS); e CA = carga animal (kg/ha de PV).

2.6. COMPONENTE ARBÓREO

Os tratamentos com a presença do componente arbóreo são caracterizados pela presença de árvores de *Eucalyptos benthamii* espaçados 2 metros entre plantas e 14 metros entre linhas de árvores e média de altura no período da avaliação de 13,65 metros. A população média de árvores nos tratamentos Pecuária-Floresta e Lavoura-Pecuária-Floresta foram respectivamente de 287 e 242 árvores.

2.7. COMPONENTE ANIMAL

Os animais denominados testes foram selecionados de acordo com o grupo racial, equivalência de peso e temperamento. Os animais eram avaliados de forma visual e com auxílio de tabela pré-formatada era avaliados os seguintes quesitos:

- Peso – Foram priorizados como testes animais com peso médios semelhantes.
- Temperamento – Os animais foram avaliados através da utilização de tabela classificatória de temperamento. Essa tabela foi pré-formatada com escore variando de 1 a 4 sendo: 1 - animal muito dócil; 2 - animal dócil; 3 - animal intermediário; 4 - animal “*arisco*”. Para os animais classificados como testes, foram selecionados os escores 1 e 2.
- Padrão racial – Buscou-se no momento da escolha dos testes, além dos quesitos já mencionados, padrão racial bem característico de Aberdeen Angus e Charolês no período de 2016/2017 e Aberdeen Angus no período 2017/2018.

Após a seleção dos animais testes, eles eram identificados por brincos numéricos e também com a identificação do tratamento. Nas duas primeiras avaliações foram utilizados 18 animais testes. Em cada tratamento foram mantidos três animais testes sendo dois da raça Charolesa e um da raça Aberdeen Angus (*Bos taurus*). O peso médio dos animais testes nos dias de avaliação foi de 354 kg no dia 26/01/2017 e 359 kg no dia 23/02/2017. Nas demais avaliações foram utilizados 36 animais testes da raça Aberdeen Angus (três animais testes por tratamento). O peso médio dos animais nos nas datas de avaliação foram de 172 kg no dia 30/06/2017, 210 kg no dia 04/08/2017, 246 kg no dia 01/09/2017, 385 kg no dia 05/02/2018 e 392 kg no dia 24/03/2018. Os animais tiveram acesso irrestrito à sombra nos tratamentos com árvores (PF e LPF), água limpa e sal mineral *ad libitum*.

2.8. AVALIAÇÃO DE COMPORTAMENTO INGESTIVO DIURNO

As avaliações de comportamento ingestivo diurno dos animais em pastejo foram realizadas do nascer ao pôr-do-Sol nos dias 26/01/2017, 23/02/2017, 30/06/2017, 04/08/2017, 01/09/2017, 05/02/2018 e 24/03/2018. Os intervalos de avaliação eram de cinco minutos e realizado por um observador previamente treinado que, com ajuda de tabela e binóculo, realizava o registro das atividades de pastejo, ruminação e ócio dos animais testes, conforme preconizam Jamieson e Hodgson (1979). A definição das atividades de pastejo, ruminação e ócio estão descritas abaixo:

- Tempo de pastejo: Tempo gasto com as atividades de procura e colheita de forragem, com o animal em atividade de ingestão.
- Tempo de ruminação: Período em que o animal não está pastejando, mas está mastigando o bolo alimentar retornado do rúmen, caracterizado por movimentos dorsos-ventrais e latero-laterais cíclicos e repetitivos da mandíbula, onde o animal normalmente encontra-se parado.

- Tempo de ócio: Período em que o animal não está pastejando nem ruminando, incluindo períodos de em que o animal está bebendo água, ingerindo sal, socializando ou descansando.

Para identificação dos animais foram feitas marcas na região medial das costelas dos animais nos dias prévios as avaliações. Os animais eram encaminhados para o centro de manejo onde foram contidos no tronco e identificados com marcas (X, O e //) para facilitar a visualização das atividades de pastejo, ruminação e ócio. O número mínimo de animais em cada tratamento nas avaliações foi cinco indivíduos, de maneira que se mantivesse o efeito de grupo (Arnold, 1987). Para o cálculo referente ao tempo de refeição e ao número de refeições, considerou-se como “*refeição*” a sequência de pastejo interrompida por duas observações de não pastejo como proposto por Gibb (1998). Essa interrupção se denominou intervalo de refeições. Dessa forma foi calculado o número de refeições. O tempo das refeições foi calculado através do somatório de tempo despendido na atividade durante o pastejo.

2.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis foram analisadas no software R versão 3.4.0 (R CORE TEAM, 2017) através do pacote lme de modelos lineares mistos. Foram considerados como efeitos aleatórios a data de avaliação, bloco e o pasto. O efeito tratamento foi considerado efeito fixo. Os dados do foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de significância.

3. RESULTADOS

A análise de variância demonstrou significância do efeito tratamento sobre os resultados ($p < 0,05$). Não houve significância do efeito pasto e também da interação pasto e tratamento ($p > 0,05$). Na tabela 1 são

apresentadas as características do pasto no momento das avaliações e os valores médios das atividades de tempo de pastejo, tempo de ruminação e tempo em ócio. As avaliações do pasto não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) para as variáveis altura do pasto e oferta de pasto nos períodos que precederam as avaliações de comportamento diurno (Tabela 3). Para a variável massa de forragem houve diferença significativa para o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta que apresentou valor médio menor ($1570 \text{ kg MS ha}^{-1}$) quando comparado aos demais tratamentos.

TABELA 3 - ALTURA DO PASTO (AP), OFERTA DE PASTO (OP), MASSA DE FORRAGEM (MF), TEMPO DE PASTEJO (TP), TEMPO DE RUMINAÇÃO (TR) E TEMPO DE ÓCIO (TO) MÉDIO NAS SETE AVALIAÇÕES DE COMPORTAMENTO DIURNO NOS TRATAMENTOS PECUÁRIA (PEC), LAVOURA-PECUÁRIA (LP), PECUÁRIA- FLORESTA (PF) E LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (LPF)

Variáveis	PEC	LP	PF	LPF
AP (cm)	$19,0 \pm 0,5a$	$16,7 \pm 0,8a$	$16,9 \pm 0,4a$	$13,0 \pm 0,3a$
OP (%)	$15,2 \pm 1,9a$	$14,4 \pm 1,8a$	$12,8 \pm 1,2a$	$11,2 \pm 1,5a$
MF (kg MS ha^{-1})	$2964,8 \pm 269a$	$2000,2 \pm 288ab$	$2535,4 \pm 256ab$	$1570,6 \pm 271b$
TP (min)	$355,4 \pm 13,6b$	$360,2 \pm 17,2b$	$379,4 \pm 15,6ab$	$425,7 \pm 20,3a$
TR (min)	$134,2 \pm 12a$	$113,3 \pm 17a$	$145,9 \pm 9,6a$	$124,4 \pm 9,6a$
TO (min)	$216,8 \pm 15bc$	$231,3 \pm 17c$	$181,5 \pm 11,2ab$	$154 \pm 18,4a$

Valores seguidos de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. Médias \pm erro padrão.

Houve diferença significativa para a variável tempo de pastejo onde os animais avaliados nos piquetes com a presença de sombreamento apresentaram maior tempo de pastejo quando comparado aos animais a pleno Sol (Tabela 3). Para a variável tempo em ócio, os animais a pleno Sol apresentaram maior tempo nesta atividade (tabela 3) independentemente da hora de avaliação como demonstrado na figura 9. O tempo de ruminação não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) nos períodos avaliados.

TABELA 4 - NÚMERO DE REFEIÇÕES (NR), TEMPO MÉDIO DE REFEIÇÕES (TM), MAIOR REFEIÇÃO (MAR) E MENOR REFEIÇÃO (MER) NAS CINCO AVALIAÇÕES DE COMPORTAMENTO DIURNO NOS TRATAMENTOS PECUÁRIA (PEC), LAVOURA-PECUÁRIA (LP), PECUÁRIA-FLORESTA (PF) E LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (LPF)

	PEC	LP	PF	LPF
NR	6,73±0,35b	6,57±0,28b	5,36±0,30a	5,55±0,41ab
TM (min)	58,11±4,73a	57,35±5,15a	78,80±5,64b	88,21±7,41b
MAR (min)	109,44±8,94a	115,44±11,6ab	146,11±9,3c	148,00±12,1bc
MER (min)	21,19±3,22a	17,66±1,70a	29,76±4,62ab	34,00±4,52b

Valores seguidos de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.
Médias ± erro padrão.

Os tratamentos com a presença do componente arbóreo (PF e LPF) apresentaram menor número de refeições quando comparados aos tratamentos a pleno Sol (PEC e LP) como apresentado na tabela 4. As maiores refeições e os maiores tempo médios de refeições também foram observados nos tratamentos Pecuária-Floresta e Lavoura-Pecuária-Floresta. Em contrapartida, os tratamentos a pleno sol apresentaram maior número de refeições, porém com menor tempo médio despendido nesta atividade (Tabela 4).

4. DISCUSSÃO

Os resultados indicam que a utilização do componente arbóreo alterou o comportamento dos bovinos a pasto, de acordo com a hipótese inicial do trabalho. Ambientes com áreas sombreadas permitiram uma maior tempo de pastejo quando comparados com sistemas a pleno Sol (Tabela 3). O microclima gerado pela presença das árvores protege os animais do calor intenso e permite melhor qualidade ambiental (Lopes et al., 2016) ocasionando conforto térmico e bem-estar para os animais (Porfírio, 2006). Apesar da capacidade dos bovinos de se adaptarem a amplitude das condições

ambientais, os bovinos tendem a alterar os padrões comportamentais durante o período de alimentação (Gregorini et al., 2011; Rosselle et al., 2012) principalmente em situações de calor intenso, causando menor desempenho dos animais. Assim, a disponibilidade de sombra promove a melhoria do conforto térmico favorecendo a atividade de pastejo Titto et al. (2011) e Lopes et al. (2016).

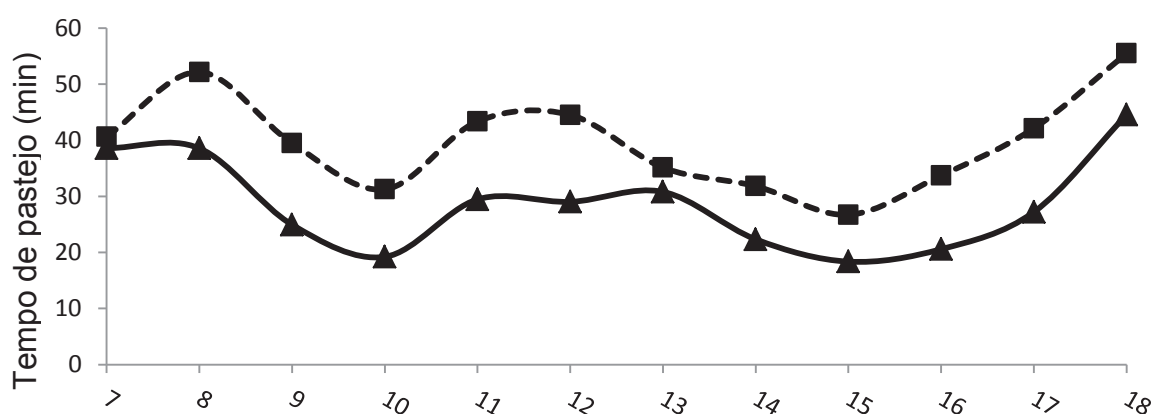
Apesar de o tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta ser significativamente diferente do tratamento Pecuária para variável massa de forragem, a oferta do pasto não apresentou diferença ($p > 0,05$) nos períodos de avaliação de comportamento. Todavia, uma mesma oferta de pasto pode apresentar estruturas diferentes, principalmente relacionados à proporção folha: colmo disponível para os animais. A redução da radiação fotossinteticamente ativa que chega ao dossel forrageiro devido a presença da árvore altera a morfologia da planta, causando estiolamento, redução do perfilhamento, redução do número de folhas por perfilho, aumento da área foliar específica e redução da relação folha: colmo (Paciullo et al., 2008; Martuscelo et al., 2009; Paciullo et al., 2011). Como a estrutura do pasto também é modificadora dos padrões alimentares dos bovinos, as adaptações morfológicas das plantas e a disponibilidade de folhas no momento do bocado alteram o comportamento na busca e prensão das folhas. É possível que a relação folha colmo nos tratamentos Pecuária-Floresta e Lavoura-Pecuária-Floresta são menores do que no tratamento Pecuária e Lavoura-Pecuária devido ao estiolamento das plantas, levando o animal a deferir mais bocados aumentando o tempo total de pastejo. Carvalho et al. (2005), associa a limitação da profundidade do bocado como penalizante da massa do bocado, aumentando a frequência de bocados numa estação alimentar. Em contrapartida, na ausência de sombreamento os animais realizam a atividade de pastejo por mais tempo nos períodos de temperaturas mais amenas (Souza et al., 2010), em estruturas de pasto com maior relação folha : colmo favorecendo o processo de ingestão de forragem, podendo compensar o menor tempo total de pastejo. Os animais nos tratamentos a pleno Sol apresentaram maiores valores de número de refeições quando comparado aos tratamentos com sombra (Tabela 4). Em contrapartida, as refeições são realizadas em menor tempo, o que corrobora com Carvalho &

Moraes (2005) que associam o maior número de refeições e menor duração da refeição em pastagens com maior massa. Diferentemente de áreas com menor disponibilidade de forragem ou com menor relação folha: colmo onde o tempo gasto pelo animal em atividade de pastejo acaba sendo maior para compensar a menor massa dos bocados (Barbosa et al., 2010), como constatado no tratamento Lavoura-Pecuária-Floresta (tabela 3). O mesmo efeito não ocorreu no tratamento Pecuária-Floresta, onde a atividade de tempo de pastejo não apresentou diferença significativa para os tratamentos Lavoura-Pecuária e Pecuária.

O tempo total de pastejo apresentou valores semelhantes ao observado por Souza et al. (2007) que avaliaram novilhas em pastejo de *Uroclhoa decumbens* com médias de tempo de pastejo de 324,6 minutos. Van Rees e Hutson (1983) verificaram maior tempo de pastejo nas quatro primeiras horas do dia e um pastejo mais intenso no final da tarde, mas de forma intermitente. Zanine et al. (2007), trabalhando com animais da raça Girolando em pastagem de Coast-Cross no estado da Bahia apresentou valores semelhantes ao encontrado neste trabalho para o tempo de pastejo diurno. Todavia, o mesmo autor realizou avaliação de tempo de pastejo noturno, iniciando as 19h00min e terminando as 06h50min horas onde encontrou incrementos de tempo de pastejo variando de 2,06 a 3,13 horas acarretando em um tempo total de pastejo de 590,13 minutos. Marques et al. (2003) trabalhando com novilhos no noroeste do Paraná em pasto de *Megathyrsus maximum* cv Mombaça apresentou valores menores de tempo total de pastejo 310,52 minutos, do que o encontrado neste trabalho. Da mesma forma, Baliscai (2012), trabalhando com bovinos da raça nelore em ambientes sombreados e sem sombra sobre pastagem de *Cynodon* na região noroeste do Paraná, encontrou valores médios em porcentagem de tempo de pastejo no verão de 37,1%, valor menor que as porcentagens encontradas neste trabalho como observado na figura 9.

Os animais avaliados neste experimento, independentemente do tratamento, não apresentaram diferenças significativas para a variável tempo de ruminação. Segundo Hodgson (1990), o tempo que o bovino gasta para esta atividade varia de 6 a 8 horas por dia. Van Soest (1994) apresentou valores de tempo de ruminação entre 10 a 11 horas diárias, sendo esse tempo totalmente

influenciado pela qualidade do pasto. Os valores encontrados neste trabalho para variável tempo de ruminação (1,8 a 2,41 horas) são menores do que o encontrado na literatura, considerando comportamento noturno. Quando considerado o comportamento diurno, os valores se assemelham. Zanine et al. (2006) encontrou valores de 136,8 minutos em avaliação diurna de 12 horas, com novilhas leiteiras em pastagem de *Urochloa decumbens*. Marques et al. (2003) encontraram valores médios de tempo de ruminação de 177 minutos. Gasparino et al. (2010), em trabalho com animais nelorados em sistema silvipastoril no Paraná em pasto de *Urochloa brizantha* e árvores de Eucalipto, encontrou valores de tempo de ruminação de 176 minutos. O mesmo autor encontrou diferenças significativas para tempo de ruminação nos tratamentos com a presença de árvores e a pleno Sol devido às diferenças morfológicas da estrutura do pasto no ambiente sombreado, atribuindo a este fator o maior tempo de ruminação dos animais que estavam nos piquetes sombreados. Damasceno et al. (1999) verificaram que os bovinos despendem maior tempo com atividade de ruminação nos períodos mais amenos, sendo as maiores frequências desta atividade no período entre as 22 horas e 5 horas. Esses períodos não foram avaliados neste trabalho, porém poderiam ser um indicativo de desempenho animal e qualidade de pasto, uma vez que o maior tempo de ruminação está associado ao consumo e à qualidade da fibra em detergente neutro.



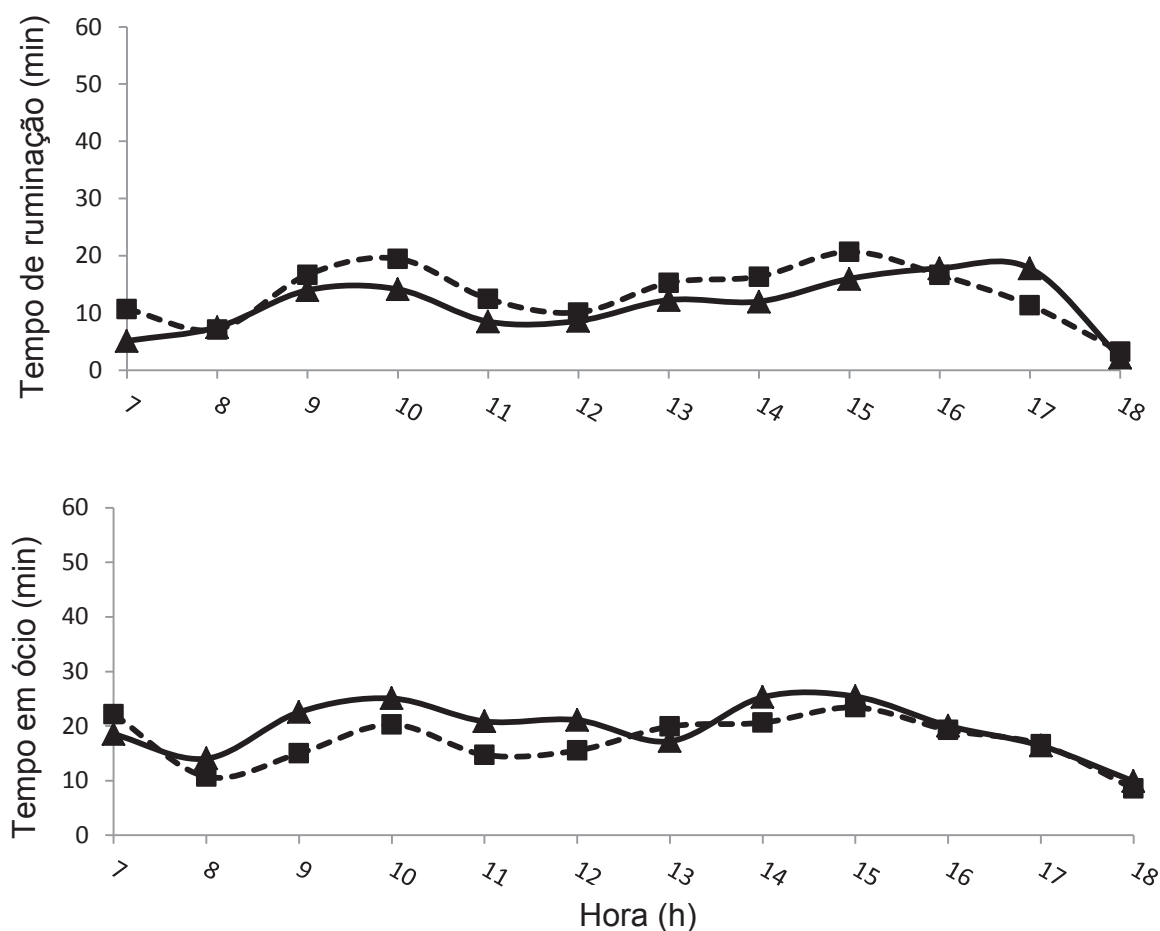


Figura 9 - Variação média do tempo despendido em cada atividade de comportamento ingestivo nas horas avaliadas nos sistemas a pleno Sol (▲) e com sombra (■).

Com o menor tempo de pastejo, os animais em tratamento a pleno Sol apresentaram maiores valores para atividade de ócio (Tabela 3). Em contrapartida, os tratamentos com a presença de sombreamento apresentaram menores valores para mesma atividade, como demonstrado na figura 9. O maior tempo de ócio foi encontrado para o tratamento Lavoura-Pecuária, podendo estar associado ao menor tempo total de pastejo. Farinatti et al., (2004). apresentaram valores médios de tempo em ócio variando de 3,76 a 6,86 horas. Estes valores são superiores aos valores encontrados nos tratamentos Pecuária, Pecuária-Floresta e Lavoura-Pecuária-Floresta, menos o Lavoura-Pecuária que apresentou o valor de médio de 3,85 horas. Chiquitelli. (2005) encontrou maior tempo da atividade de ócio nos animais com acesso a ambientes sombreados quando comparados a piquetes a pleno Sol. Ambos os autores atribuíram esse fato a busca por tentativa de reduzir a produção de

calor. No presente experimento os maiores valores para esta atividade foram encontrados nos tratamentos a pleno Sol. Os animais em ambientes sombreados distribuíram o pastejo de forma mais uniforme durante o período de avaliação, acarretando em menor tempo dispendido na atividade de ócio (Figura 9).

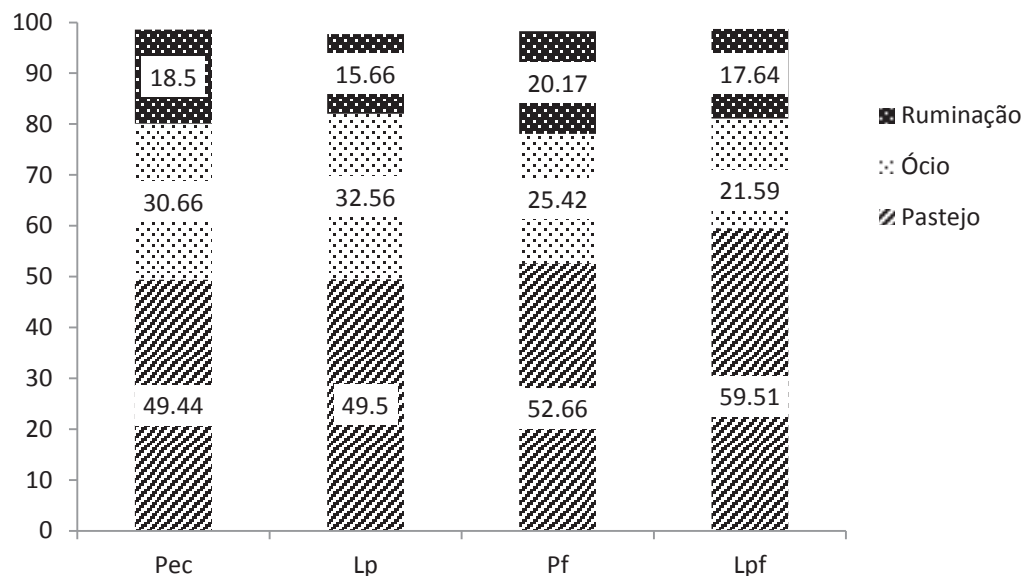


Figura 10 - Porcentagens das atividades de Tempo de pastejo, Tempo de ruminação e Tempo de ócio nas 12 horas de avaliação.

Como os bovinos apresentam sensíveis às variações de umidade e temperatura (Bergigier, 1989), a oferta de ambientes sombreados podem melhorar a produção (Mota et al., 1997; Klowoski et al., 2002), sendo o sombreamento nos piquetes o fator de melhoria na conversão de alimentos (Bizinoto et al., 2005) e sobrevivência dos bovinos (Bird et al., 1992). Todavia, em regiões subtropicais, é provável que o determinante das atividades de comportamento diurno dos bovinos esteja mais relacionado à oferta e estrutura do pasto do que busca por perda de calor ou aumento de bem – estar.

5. CONCLUSÕES

A presença de sombreamento aumentou o tempo total de pastejo e o tempo médio de refeições realizadas pelos animais. Os animais realizaram menor número de refeições, porém mais prolongadas. Já os animais em tratamentos a pleno Sol apresentaram maior tempo em ócio e maiores quantidades de refeições, porém com menor tempo médio de refeições.

6. REFERÊNCIAS

- ABEL, N.; BAXTER, J.; CAMPBELL, A.; CLEUGH, H.; FARGHER, J.; LAMBECK, R.; PRINSLEY, R.; PROSSER, M.; REID, R.; REVELL, G.; SCHMIDT, C.; STIRZAKER, R.; THORBURN, P. Design Principles for Farm Forestry: A guide to assist farmers to decide where to place trees and farm plantations on farms. RIRDC/LWRRRRDC/FWPRDC Joint Venture Agroforestry Program, 1997.
- BALISCEI, M.A; BARBOSA, O.R; SOUZA, W; COSTA, M.A.T; KRUTZMANN, A; QUEIROZ, E.O. Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. *Acta Scientiarum*. V 35, 2013, p 49-56.
- BARBOSA, C. M. P.; CARVALHO, P. C. F.; CAUDURO, G. F.; LUNARDI, R.; GONÇALVES, E. N.; DEVINCENZI, T. Componentes do processo de pastejo de cordeiros em azevém (*Lolium multiflorum* L.) sob diferentes intensidades e métodos. *Arquivos de Zootecnia*, v. 59, 2010. pp.1-12.
- BIRD, P. R.; BICKNELL, D.; BULMAN, P. A.; BURKE, S. J. A.; LEYS, J. F.; PARKER, J. N.; VAN DER SOMMEN, F. J.; VOLLER, P. The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock. *Agroforestry Systems*, 20: 59-86. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1992.
- BROOM, D. M. (2017). Revista Brasileira de Zootecnia Invited Review Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems.
- CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; MEZZALIRA, J.C.; POLI, C.H.E.C.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; GONDA, H.L. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta animal para explorar a multifuncionalidade das pastagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, supl. especial, p.109-122, 2009
- CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; TREIN, C. R.; FLORES, J. P. C.; CEPIK, C. C.T.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R.;SULC, R. M.; PELISSARI, A. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: Gottschall, C. S.; Silva, J. L. S. da; Rodrigues, N. C. (Org.). *Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia*. Canoas-RS, p. 7-44. 2005
- CHIQUITELLI NETO, M; GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; YOSHIMURA, E. H.; FRANCO, S. L.;; PAULA, E. M.; SAMENSARI, R. B.; PERES, L. P. Ingestive behavior of Nellore heifers grazing receiving the supplement based on propolis or monensin. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 35, n. 4, p. 2047-2062, 2014.
- DAMASCENO, J.C., F.B. JUNIOR E L.A. TARGA. Respostas comportamentais de vacas holandesas com acesso a sombra constante ou limitada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, n. 34, p. 709-715, 1999.

DERNER, J.D.; LAUENROTH W.K.; STAPP, P. Livestock as ecosystem engineers for grassland bird habitat in the Western Great Plains of North America. *Rangeland Ecology and Management*, v.62, p.111–118, 2009.

ENTZ, M.H; BELLOTTI, W.D; POWELL, J.M. (2005) Evolution of integrated crop-livestock production systems. In: McGilloway DA et al (eds) *Grassland: a global resource*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp 137–148

FAO, 2010. An international consultation on integrated crop-livestock systems for development. The way forward for sustainable production. In: FAO, *Integrated Crop Management*. FAO, Rome.

FARINATTI, L.H.; POLI, C.H.A. C.; MONKS, P.L.; FISCHER, V. CELLA JÚNIOR, A.; VARELA, M. GABANA, G.; SONEGO, E.; CAMPOS, F.S. Comportamento ingestivo de vacas holandesas em sistemas de produção de leite a pasto na região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: *XLI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Anais...* Campo Grande, MS, 2004. CDROM.

HAHN, G. L. 1995. Environmental management for improved livestock performance, health and well-being. *Japanese Journal of Livestock Management* 30:113-127.

HODGSON, J. *Grazing management: science into practice*. New York: Longman Scientific and Technical, 1990.

KLOWOSKI, E.S; CAMPOS, A.T; GASPARINO, E. Estimativa do declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá/PR, *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 5,283 – 288, 2002.

LACA, E.A., ORTEGA, I.M. Integrating foraging mechanisms across spatial and temporal scales. In: *International rangeland congress*, 5, 1995, Salt Lake City. *Proceedings...* p.129-132.

LEE, D. H. K. (1967). Principles of homeothermic adaptation. In 'Biometeorology'. (Ed. W. P. Lowry.) pp. 113-30. (Oregon State University Press: Cowallis, OR, U.S.A.)

LEMAIRE. G; WILKINS, R; HODGSON,J. (2005) Challenges for grassland science: managing research priorities. *Agric Syst Environ* 108:99–108

LEMAIRE, G; FRANZLUEBBERS, A; CARVALHO, P.C.F; DEDIEU, B; 2014. Integrated cro- p–livestock systems: strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agric. Ecosyst. Environ.* 190, 4–8.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F. et al. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forages sPECies with agroforestry potential. *Agroforestry Systems*, v.59, p.269-281, 2001.

LOPES, L.B., ECKSTEIN, C., PINA, D.S., CARNEVALLI, R.A., 2016. The influence of trees on the thermal environment and behavior of grazing heifers in Brazilian Midwest. *Trop. Anim. Health Prod.* 48, 755–761.

MARQUES, J.A.; LUGÃO, S.M.B.; ABRAHÃO, J.J.S. et al. Comportamento ingestivo de bovinos em pastagens de *Panicum maximum* cv IPR86 Milenio, sob diferentes doses de adubação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM).

MARTUSCELLO, J.A; FAGUNDES, J.L; FONSECA, D.M; GOMIDE, J.A; JUNIR, D.N; VITOR, C.M.T; MORAIS, R.V; MISTURA, C; REIS, G.C. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v40, p 397-403, 2005.

MORAES, A; CARVALHO, P.C F; ANGHINONI, I; LUSTOSA, S.B.C; Costa, S.E.V.G; KUNRATH, T.R., 2014. Integrated crop–livestock systems in the Brazilian subtropics. Eur. J. Agron. 57, 4–9.

PACIULLO, D.S.; GOMIDE, C.A.; CASTRO, C.R.; FERNANDES, P.B.; MÜLLER, M.D.; PIRES, M.F.; FERNANDES, E.N.; XAVIER, D.F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, p.1173-1186, 2011.

PACIULLO, S.D; CAMPOS N.R; AUGUSTO, C; GOMIDE, M. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. Pesquisa Agropecuária Brasileira 47:917–923, 2008.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F; MALAQUIAS JR, J.D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, nov. 2009. Disponível em :<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100022>. Acesso em 10 jan 2019.

PAYNE, W.J.A. A review of the possibilities for integrating cattle and tree crop production systems in the tropics. Forest Ecology and Management, n.12, p. 1-36, 1985.

PONTES, L; GIOSTRI, A.F; BALDISSERA, T.C; BARRO, R.S; STAFIN, G; PORFÍRIO, V; MOLETTA, J.L; CARVALHO, P.C.F. 2016. Interactive effects of trees and nitrogen supply on the agronomic characteristics of warm-climate grasses. Agron. J. 108, 1531–1541.

PORFÍRIO, V. Produtividade em Sistema de Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta no subtrópico brasileiro. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. 119p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná, 2012.

ROSSELE, L.; PERMENTIER, L.; VERBEKE, G.; DRIESSEN, B.; GEERS, R., 2012. Interactions between climatological variables and sheltering behavior of pastoral beef cattle during sunny weather in a temperature climate, Journal of Animal Science, 91, 943-949

SOUSSANA, J.F; LEMARIRE, G. 2014. Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 190, 9e17.

SOUZA, W.; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. R.; COSTA, M. A. T.; GASPARINO, E.; LIMBERGER, E. Microclimate in silvipastoral systems with eucalyptus in rank with different heights. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 3, Mar. 2010.

ST-PIERRE, N. R; COBANOV, B; SCHNITKEY, G. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science* 86(13_suppl):E52-E77.

UDAWATTA, R.P; JOSE, S; 2012. Agroforestry strategies to sequester carbon in temperate North America. *Agrofor. Syst.* 86, 225–242.

USDA, 2018. Foreign agricultural service of the United States department of agriculture: beef and veal production. Available at: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell: Ithaca, 1994.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; PARENTE, H. N.; FERREIRA, D. J.; OLIVEIRA, J. S.; LANA, R. P. Hábito de pastejo de novilhas em pastagens do gênero *Brachiaria*. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 29, n. 4, p. 365-369, 2007.

YATES, C; DORWARD, P; HEMERY, G; COOK, P. 2007. The economic viability and potential of a novel poultry agroforestry system. *Agrofor. Syst.* 69, 13–28.

CAPÍTULO 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de intensificar a produção agropecuária visando sistemas mais produtivos e sustentáveis é uma necessidade global. Da mesma forma, diminuir a utilização de agroquímicos e insumos visando sistemas mais eficientes irão nortear os sistemas de produção. A cada dia aumenta pressão mundial sobre os processos utilizados na agropecuária, geralmente focados na quantidade de agroquímicos e emissão de poluentes (lixiviação, emissão de gases do efeito estufa, e outros). Cabe à ciência buscar as soluções e demonstrar os caminhos do equilíbrio entre produção e sustentabilidade. A utilização de insumos para incrementar fertilidade do solo no protocolo experimental do NITA ainda se faz necessário. O local de realização do experimento passou por períodos de degradação devido à utilização de máquinas pesadas e implementos de revolvimento de solo. Todavia, a construção da fertilidade está sendo realizada ano após ano.

O trabalho realizado demonstrou a possibilidade de trabalharmos com sistemas produtivos de bovinos a pasto em diferentes sistemas de produção, sem utilização de produtos fitossanitários, alcançar valores produtivos superiores à média do estado. Aliado a isso, o trabalho demonstrou que o manejo do pasto é a chave fundamental para eficiência produtiva de bovinos a pasto. Utilizar os ruminantes para fazer o que a evolução os fez, praticar a herbivoria, e assim cada vez mais diminuir a competição dos sistemas produtivos de carne com produtos que são utilizados para o consumo humano. Os resultados apresentados contribuem e desmistificam a utilização de árvores nos sistemas de produção. Além disso, o componente arbóreo possui um papel importante juntamente com o pasto, no processo de mitigação de gases do efeito estufa, ciclagem de nutrientes e bem-estar animal.

Como perspectiva de estudo, há necessidade de analisar e compreender as atividades comportamentais dos animais em 24 horas de avaliação. A avaliação do período de ruminação é tão importante quanto o pastejo. Além disso, demonstrar viabilidade econômica dos sistemas avaliados no NITA,

principalmente numa relação equivalente carne em metros m^3 de madeira e kg de grãos de milho nos tratamentos mais diversificados.

REFERÊNCIAS

- ABEL, N.; BAXTER, J.; CAMPBELL, A.; CLEUGH, H.; FARGHER, J.; LAMBECK, R.; PRINSLEY, R.; PROSSER, M.; REID, R.; REVELL, G.; SCHMIDT, C.; STIRZAKER, R.; THORBURN, P. Design Principles for Farm Forestry: A guide to assist farmers to decide where to place trees and farm plantations on farms. RIRDC/LWRRRRDC/FWPRDC Joint Venture Agroforestry Program, 1997.
- ALLDEN, W.G.; WHITTAKER, I.A.M. 1970. The determination of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Aust. J. Agric. Res.*, 21: 755-766.
- ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e Pecuária no subtropical brasileiro. In: ARAUJO, A. P.; AVELAR, B. J. R., ed. *Tópicos em Ciência do Solo*. 8. ed. Viçosa: UFV, 2013. cap. 8, p. 221-278.
- ANGHINONI, I., MORAES, A. De, & SOUZA, E. D. De. (n.d.). Benefícios da Integração lavoura-pecuária sobre a, 1-31.
- ASSMANN, A.L.; PELISSARI, A.; MORAES, A. de; ASSMANN, T.S.; OLIVEIRA, E.B. de; SANDINI, I. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-Pecuária em presença ou ausência de trevo-branco e nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, p.37-44, 2004.
- BALBINOT, A.A., de MORAES, A., da VEIGA, M., PELISSARI, A., DIECKOW, J., 2009. Crop-livestock system: intensified use of agricultural lands. *Cienc. Rural* 39, 1925–1933.
- BALDISSERA, T. C; PONTES, L.S; RAQUEL, B; GIOSTRI. A.F; GUERA. K C.S; MICHETTI. G; DA SILVA. V.P; CARVALHO. P.C.F. Phyllochron and leaf lifespan of four C4 forage grasses cultivated in association with trees. *Tropical Grasslands – Forrages Tropicales*. 2014. Vol 2. P 2-14.
- BALISCEI, M.A.; SOUZA, W.; BARBOSA, O.R.; CECATO, U.; KRUTZMANN, A.; QUEIROZ, E.O. Behavior of beef cattle and the microclimate with and without shade. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 2012, vol 34, p 409-415.
- BALISCEI, M.A; BARBOSA, O.R; SOUZA, W; COSTA, M.A.T; KRUTZMANN, A; QUEIROZ, E.O. Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. *Acta Scientiarum*. V 35, 2013, p 49-56.
- BARBOSA, C. M. P.; CARVALHO, P. C. F.; CAUDURO, G. F.; LUNARDI, R.; GONÇALVES, E. N.; DEVINCENZI, T. Componentes do processo de pastejo

de cordeiros em azevém (*Lolium multiflorum* L.) sob diferentes intensidades e métodos. Arquivos de Zootecnia, v. 59, 2010. pp.1-12.

BARRO, R.S; SAIBRO, J.C. et al (2008) Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno (Forage yield and nutritive value of cool-season annual forage grasses shaded by *Pinus elliottii* trees and at full-sun). R Bras de Zootec 37:1721–1727

BARTHRAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Hill Farming Research Organization. [S.l.]: n/Biennial Report, 1985, p.29-30, 1985.

BERGIGIER, P. Effect of heat on intensive meat production in the tropics; cattle, sheep and goats, pigs. In: Ciclo Internacional de palestras sobre Bioclimatologia Animal, 1, 1986, Botucatu, FMZ/UNESP. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 1989. P.7-44.

BIRD, P.R.; Bicknell, D.; BULMAN, P.A.; BURKE, S.J.A.; LEYS, J.F.; PARKER, J.N.; VAN DER SOMMEN, F.J.; VOLLER, P. The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock. Agroforestry Systems, v.20, p.59-86, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1992.

BIZINOTO, A.L.; BENEDETTI, E.; BORGES, L.C.F.; FAVERO, B.F.; AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D. Efeitos da suplementação com cromo orgânico e do sombreamento sobre o desempenho de bovinos nelore criados a pasto durante o período de maio a novembro. FAZU em Revista, Uberaba, n.2, p.226-236, 2005.

BROOM, D. M. (2017). Revista Brasileira de Zootecnia Invited Review Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems.

CANTO, M. W. Dinâmica de crescimento e produção animal em capim Tanzânia adubado com doses de nitrogênio. 2003. 194p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; MEZZALIRA, J.C.; POLI, C.H.E.C.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; GONDA, H.L. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta animal para explorar a multifuncionalidade das pastagens. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, supl. especial, p.109-122, 2009

CARVALHO, P.C., de, F., de MORAES, A., PONTES, Lda S., ANGHINONI, I., Sulc, R.M., BATELLO, C., 2014. Definições e terminologias para sistema integrado de produção Agropecuária. Revista Ciência Agronômica 45 (5), 1040–1046

CARVALHO, C.F.P.; BREMM, C.; BONNET J. F.O.; SAVIAN, J. V.; SCHONS, R. M. T.; SZYMCHAK, L.S.; PORTUGAL, T.B.; MOOJEN. F.; SILVA, D.F.; MARIN. A.; GANDARA, L.; BOLZAN, A.M.S.; GENTIL, F. S.; MORAES, A.; MONTEIRO, A.L.G.; SANTOS, D.T.; LACA, A.E. - Como a estrutura do pasto

influencia o animal em pastejo? Exemplificando as interações planta-animal sob as bases e fundamentos do Pastoreio “Rotatínuo”*.

CARVALHO, P.C.F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, FEALQ, p. 07-31. 2005.

CARVALHO, P. C. F.; Barro, R.S.; Pontes, L.S.; Silva, V.P.; Moraes, A. Produção de Bovinos em Sistemas Integrados de Produção Agrícola e Pecuária. Documentos, IAC, Campinas, 111, 2013.

CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; TREIN, C. R.; FLORES, J. P. C.; CEPIK, C. C.T.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R.;SULC, R. M.; PELISSARI, A. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: Gottschall, C. S.; Silva, J. L. S. da; Rodrigues, N. C. (Org.). Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia. Canoas-RS, p. 7-44. 2005

CARVALHO, P.C.F.; MEZZALIRA, J.C.; FONSECA, L.; WESP, C.; TRINDADE, J.K.; NEVES, F.; PINTO, C.E.; AMARAL, M.F.; BREMM, C.; AMARAL, G.A.; SANTOS, D.T.; CHOPA, F.S.; GONDA, H.; NABINGER, C.; POLI, C. H. E. Do bocado ao sítio de pastejo: manejo em 3D para compatibilizar a estrutura do pasto e o processo de pastejo. In: Simpósio de forragicultura e pastagem, 7., 2009, Lavras. Anais... Lavras, 2009. p. 160-173.

CARVALHO, P. C. F. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behaviour support innovations in grassland management? Tropical Grasslands, Queensland, v. 1, n. 2, p. 137-155, 2013b.

CASAL, J. J.; DEREGIBUS, V. A. SÁNCHEZ, R. A. Variations in Tiller Dynamics and Morphology in *Lolium Multiflorum* Lam. Vegetative and Reproductive Plants as Affected by Differences in Red/Red Far-Red Irradiation. Annals of Botany, v. 56, p. 553-559, 1985.

CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. Revista brasileira de Zootecnia, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CASTRO, C.R.T. Tolerância de gramíneas forrageiras tropicais ao sombreamento. Viçosa, UFV, 1996. 247p (Tese de doutoramento em zootecnia).

CHIQUITELLI NETO, M; GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; YOSHIMURA, E. H.; FRANCO, S. L.; PAULA, E. M.; SAMENSARI, R. B.; PERES, L. P. Ingestive behavior of Nellore heifers grazing receiving the supplement based on propolis or monensin. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2047-2062, 2014.

Clason, T.R., and S.H. Sharrow. 2000. Silvopastoral Practices. p. 119–147. In H.E. Garrett et al. (ed.) North American agroforestry: An integrated science and practice. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI

COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G de A.; OLIVEIRA, L.R da C. Produção de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 3p (Embrapa Rondônia. Comunicado técnico, 278).

DAMASCENO, J.C., F.B. JUNIOR E L.A. TARGA. Respostas comportamentais de vacas holandesas com acesso a sombra constante ou limitada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, n. 34, p. 709-715, 1999.

DERNER, J.D.; LAUENROTH W.K.; STAPP, P. Livestock as ecosystem engineers for grassland bird habitat in the Western Great Plains of North America. *Rangeland Ecology and Management*, v.62, p.111–118, 2009.

ENTZ, M.H; BELLOTTI, W.D; POWELL, J.M. (2005) Evolution of integrated crop-livestock production systems. In: McGilloway DA et al (eds) *Grassland: a global resource*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp 137–148

FAO, 2010. An international consultation on integrated crop-livestock systems for development. The way forward for sustainable production. In: FAO, *Integrated Crop Management*. FAO, Rome.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation). Sete Lagoas consensus on integrated crop–livestock systems for sustainable development., in: *Proceeding of An International Consultation on Integrated Crop–Livestock Systems for Development. The Way Forward for Sustainable Production Intensification*. Sete Lagoras, p.63, 2010.

FARINATTI, L.H.; POLI, C.H.A. C.; MONKS, P.L.; FISCHER, V. CELLA JÚNIOR, A.; VARELA, M. GABANA, G.; SONEGO, E.; CAMPOS, F.S. Comportamento ingestivo de vacas holandesas em sistemas de produção de leite a pasto na região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: *XLI REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Anais...* Campo Grande, MS, 2004. CDROM.

FENG,C.; DING,S.; ZHANG, T.; LI, Z.; WANG, D.; LIU, C.; SUN, J.; PENG. F. High plant diversity stimulates foraging motivation in grazing herbivores. *Basic and Applied Ecology*, 17, (2016), p 43–51.

HAHN, G. L. 1995. Environmental management for improved livestock performance, health and well-being. *Japanese Journal of Livestock Management* 30:113-127.

HAWKE, M.F., 1991. Pasture production and animal performance under pine agroforestry in New Zealand. *Forest Ecol. Manage.* 45, 109–118.

HODGSON, J., 1982. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: Hacker, J.B. (Ed.), *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures: Proceedings of an International Symposium*. St. Lucia, Queensland, pp. 153–166.

HODGSON, J. *Grazing management. Science into Practice*. Essex: Longman. 1990. 203 p.

JAMIESON, W.S.; HODGSON, J. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing for grazing dairy cows. *Grass and Forage Science*, v.34, p.69- 77, 1979.

KALLENBACH, R.L., KERLEY, M.S., BISHOP-HURLEY, J.G., 2006. Cumulative forage production, forage quality and livestock performance from an annual ryegrass and cereal rye mixture in a pine–walnut silvopasture. *Agrofor. Syst.*

KEPHART, K.D., BUXTON, D.R., TAYLOR, S.E. 1992. Growth of C3 and C4 perennial grasses in reduced irradiance. *Crop Science*. 32: 1033-1038.

KLOWOSKI, E.S.; CAMPOS, A.T.; GASPARINO, E. Estimativa de declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá-PR. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.5, n.2, p.283-288, 2002.

KRUCHELSKI, S.; SZYMCHAK, L.S.; DEISS, L.; MORAES, A. *Panicum maximum* cv. ARIES ESTABLISHMENT UNDER WEED INTERFERENCE WITH LEVELS OF LIGHT INTERCEPTION AND NITROGEN FERTILIZATION. *Planta Daninha*, v37, 2019.

KUNRATH, T.B., CADENAZZI, M., BRAMBILIA, D.M., ANGHINONI, I., de MOARES, A., BARRO, R.S., de F. CARVALHO, P.C., 2014. Management targets for continuously stocked mixed oat x annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop-livestock system. *Eur. J. Agron.* 57, 71-76.

LACA, E.A.; ORTEGA, I.M. Integrating foraging mechanisms across spatial and temporal scales. In: *International rangeland congress*, 5, 1995, Salt Lake City. *Proceedings...* p.129-132.

LEE, D. H. K. (1967). Principles of homeothermic adaptation. In 'Biometeorology'. (Ed. W. P. Lowry.) pp. 113-30. (Oregon State University Press: Corvallis, OR, U.S.A.)

LEMAIRE, G; WILKINS, R; HODGSON, J. (2005) Challenges for grassland science: managing research priorities. *Agric Syst Environ* 108:99–108

LEMAIRE, G; FRANZLUEBBERS, A; CARVALHO, P.C.F; DEDIEU, B; 2014. Integrated crop-livestock systems: strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agric. Ecosyst. Environ.* 190, 4–8.

LESAMA, M.L. Produção animal em gramíneas de estação fria com fertilização nitrogenada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilização nitrogenada. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 129p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

LIN, C.H., MCGRAW, R.L., GEORGE, M.F., et al. 1999. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. *Agroforestry Systems*. 44: 109-119.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F. et al. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forages species with agroforestry potential. *Agroforestry Systems*, v.59, p.269-281, 2001.

LOPES, L.B., ECKSTEIN, C., PINA, D.S., CARNEVALLI, R.A., 2016. The influence of trees on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in Brazilian Midwest. *Trop. Anim. Health Prod.* 48, 755–761.

LUSTOSA, S.B.C. Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema plantio direto. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1998. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, 1998.

MACEDO, R.L.G.; VALE, A.B.; VENTURIN, N. Eucalipto em sistemas agroflorestais. Lavras: UFLA, 2010. 331p.

MARASCHIN, G.E.; MOOJEN, E.L.; ESCOSTEGUY, C.M.D.; et al. Native pasture, forage on offer and animal response. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Saskatoon, Canada. Proceedings... Saskatoon, Canada, 1997.p.288.

MARQUES, J.A.; LUGÃO, S.M.B.; ABRAHÃO, J.J.S. et al. Comportamento ingestivo de bovinos em pastagens de *Panicum maximum* cv IPR86 Milenio, sob diferentes doses de adubação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM).

MARTUSCELLO, J.A; FAGUNDES, J.L; FONSECA, D.M; GOMIDE, J.A; JUNIR, D.N; VITOR, C.M.T; MORAIS, R.V; MISTURA, C; REIS, G.C. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v40, p 397-403, 2005.

MEZZALIRA, J. C. O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem. 2009. 159f. 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade.

MORAES, A.; MOOJEN, E.L.; MARASCHIM, G. E. Comparação de métodos de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. Anais... Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.332.

MORAES, A; CARVALHO, P.C F; ANGHINONI, I; LUSTOSA, S.B.C; Costa, S.E.V.G; KUNRATH, T.R., 2014. Integrated crop–livestock systems in the Brazilian subtropics. *Eur. J. Agron.* 57, 4–9.

MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S.C.; COSTA, S.E.V.G.A. & KUNRATH, T.R. Crop-livestock integration in Brazilian subtropics II. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. CD ROM

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MULLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; XAVIER, D. F.; FERNANDES, E. N. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistemas agrossilvipastoril, conforme distância das árvores. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, p.1176–1183, 2011.

PACIULLO, S.D; CAMPOS N.R; AUGUSTO, C; GOMIDE, M. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. Pesquisa Agropecuária Brasileira 47:917–923, 2008.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F; MALAQUIAS JR, J.D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, nov. 2009. Disponível em :<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100022>. Acesso em 10 jan 2019.

PAYNE, W.J.A. A review of the possibilities for integrating cattle and tree crop production systems in the tropics. Forest Ecology and Management, n.12, p. 1-36, 1985.

PONTES, L.S; BARRO, R.S; SAVIAN, J.V; BERNDT, A; MOLETTA, J.L; PORFÍRIO, V.S; BAYER, C; CARVALHO, P.C.F. Performance and methane emissions by beef heifer grazing in temperate pastures and in integrated crop-livestock systems: The effect of shade and nitrogen fertilization. Agriculture, Ecosystems and Environment.2018. 253, 90-97.

PONTES, L; GIOSTRI, A.F; BALDISSERA, T.C; BARRO, R.S; STAFIN, G; PORFÍRIO, V; MOLETTA, J.L; CARVALHO, P.C.F. 2016. Interactive effects of trees and nitrogen supply on the agronomic characteristics of warm-climate grasses. Agron. J. 108, 1531–1541.

PORFÍRIO, V. Produtividade em Sistema de Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta no subtropico brasileiro. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. 119p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná, 2012.

RESTLE, J.; LUPATINI, G.C.; ROSO, C.; SOARES, A.B. Eficiência e desempenho de categorias de bovinos de corte em pastagem cultivada. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 27, n. 2, p. 397-400, 1998.

ROSSELE, L.; PERMENTIER, L.; VERBEKE, G.; DRIESSEN, B.; GEERS, R., 2012. Interactions between climatological variables and sheltering behavior of pastoral beef cattle during sunny weather in a temperature climate, Journal of Animal Science, 91, 943-949

SOLLENBERGER, L.E., MOORE, J.E., ALLEN, V.G., PEDREIRA, C.G.S., 2005. Reporting forage allowance in grazing experiments. Crop Sci. 45, 896–900.

SOUSSANA, J.F; LEMARIRE, G. 2014. Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. Agric. Ecosyst. Environ. 190, 9e17.

SOUZA, W.; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. R.; COSTA, M. A. T.; GASPARINO, E.; LIMBERGER, E. Microclimate in silvipastoral systems with eucalyptus in rank with different heights. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 3, Mar. 2010.

ST-PIERRE, N. R; COBANOV, B; SCHNITKEY, G. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science* 86(13_suppl):E52-E77.

TEKLEHAIMANOT, Z., JONES, M., SINCLAIR, F.L., 2002. Tree and livestock productivity in relation to tree planting configuration in silvopastoral system in North Wales, UK. *Agrofor. Syst.* 56, 47–55

TILMAN, D., CASSMAN, K.G., MATSON, P.A., NAYLOR, R., POLASKY, S., (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418, 671–677

UDAWATTA, R.P; JOSE, S; 2012. Agroforestry strategies to sequester carbon in temperate North America. *Agrofor. Syst.* 86, 225–242.

USDA, 2018. Foreign agricultural service of the United States department of agriculture: beef and veal production. Available at: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell: Ithaca, 1994.

VILELA, L.; JUNIOR, G.B.M.; MACEDO, M.C.M.; MARCHÃO, R.L.; JÚNIOR, R.G.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G.A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. *Pesquisa agropecuária Brasileira*, v.46, p.1127-1138, 2011.

WHERLEY, B.G; GARDNER, D.S; METZGER, J.D. Tall fescue photomorphogenesis as influenced by changes in the spectral composition and light intensity. *Crop Science* 45, 562–568. doi:10.2135/cropsci2005.0562

WRIGHT, I. A. et al. Integrating crops and livestock in subtropical agricultural systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 92, p. 1010-1015, 2012.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; PARENTE, H. N.; FERREIRA, D. J.; OLIVEIRA, J. S.; LANA, R. P. Hábito de pastejo de novilhas em pastagens do gênero *Brachiaria*. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 29, n. 4, p. 365-369, 2007.

ZHU, J; VOS, J; VAN DER WERF, W; VAN DER PUTTEN, P.E.L; EVERS, J.B. Early competition shapes maize whole-plant development in mixed stands. *Journal of Experimental Botany* 65, 641–653. doi:10.1093/jxb/ert408

YATES, C., DORWARD, P., HEMERY, G., COOK, P., 2007. The economic viability and potential of a novel poultry agroforestry system. *Agrofor. Syst.* 69, 13–28.

ANEXO 1 - CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo número 069/2016, referente ao projeto “Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária (NITA): Sistemas integrados de produção vegetal e animal na promoção da sustentabilidade de agroecossistemas”, sob a responsabilidade de Anibal de Moraes – que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de Outubro, de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - BRASIL, com grau 1 de invasividade, em reunião de 14/09/2016.

Vigência do projeto	Novembro/2016 até Novembro/2017
Espécie/Linhagem	<i>Bos indicus</i> , <i>Bos taurus</i> e suas cruzas (bovino de corte) / Charolês e Angus
Número de animais	120
Peso/Idade	250 kg / 12 meses
Sexo	Macho
Origem	Fazenda particular em São José dos Pinhais – PR

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 069/2016, regarding the project “Nucleus of Technological Innovation in Agriculture (NITA): Integrated systems of vegetal and animal production in promoting the sustainability of agro-ecosystems” under Anibal de Moraes supervision – which includes the production, maintenance and/or utilization of animals from Chordata phylum, Vertebrata subphylum (except Humans), for scientific or teaching purposes – is in accordance with the precepts of Law nº 11.794, of 8 October, 2008, of Decree nº 6.899, of 15 July, 2009, and with the edited rules from Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), and it was approved by the ANIMAL USE ETHICS COMMITTEE OF THE AGRICULTURAL SCIENCES CAMPUS OF THE UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (Federal University of the State of Paraná, Brazil), with degree 1 of invasiveness, in session of 14/09/2016.

Duration of the project	November/2016 until November/2017
Specie/Line	<i>Bos indicus</i> , <i>Bos taurus</i> and their crosses (bovine) / Charolais and Angus
Number of animals	120
Wheight/Age	250 kg / 12 months
Sex	Male
Origin	Particular farm in São José dos Pinhais – PR

Curitiba, 14 de setembro de 2016.

ANEXO 2 - FOTOS



Figura 1. Imagens dos bovinos avaliados nos tratamentos Pecuária-Floresta e Pecuária.



Figura 2. Estabelecimento da Aveia-Preta após sobresemeadura no pasto de Áries nos tratamentos Lavoura-Pecuária-Floresta e Lavoura-Pecuária.



Figura 3. Imagens dos animais testes no momento da identificação (brincos) e animal a pasto devidamente identificado.



Figura 4. Animais em jejum de 12 horas para posterior pesagem (produção secundária).



Figura 5. Aferição dos 150 pontos de altura do pasto com auxílio do bastão graduado. Animais identificados para avaliação de comportamento ingestivo.



Figura 6. Momento de avaliação do comportamento ingestivo diurno.



Figura 7. Avaliação da taxa de recuperação fecal. Animal equipado com bolsa coletora de fezes. Baías para avaliação da taxa de recuperação fecal.



Figura 8. Avaliação de consumo a pasto. Dosagem com cápsulas de TiO_2 e coleta de fezes.



Figura 9. Amostras de fezes em estufa à 65°C. Biodigestão das amostras para posterior quantificação de TiO_2 .

